ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 NOVEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Bertin,* dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. *de Bussy,* décédé.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bertin** prend place parmi ses Confrères.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur les mains scapulaires et pelviennes des Poissons.* Note de M. **Armand Sabatier.**

« Dans une série de Notes insérées dans les *Comptes rendus* de ces dernières années, je me suis attaché à établir la morphologie des membres pairs des Poissons, membres qui ont servi de base au développement des membres chez les autres Vertébrés. Cette étude m'a conduit à démontrer que, chez les Poissons osseux, les membres postérieurs étaient constitués par une masse osseuse basilaire dans laquelle le membre ne s'est pas différencié de la ceinture pelvienne. Cette masse est formée de deux parties paires plus ou moins unies sur la ligne médiane ventrale, et composées chacune de l'association ou de la fusion plus ou moins prononcée des moitiés latérales de deux interépineux successifs dédoublés suivant un plan vertical et médian. Cette pièce osseuse porte les rayons qui ne sont pas des parties intégrantes des membres, et ne représentent que des parties d'ori-

gine dermique analogues aux griffes, aux ongles et aux plumes des autres Vertébrés.

» Dans le membre antérieur au contraire la différenciation s'est établie entre la ceinture et le membre de la façon suivante : le demi-interépineux, devenu antéro-supérieur par un mouvement de bascule dû à l'élargissement de la cavité pharyngienne, représente en fait la ceinture scapulo-coracoïdienne et un très court humérus lamellaire bifide qui lui reste soudé, tandis que le demi-interépineux devenu postéro-inférieur se fragmente par suite d'ossifications distinctes pour former :

» 1° Un os radio-cubital percé d'un trou ou espace interosseux qui sépare les deux os de l'avant-bras dans leurs portions moyennes, tout en les laissant unis par leurs extrémités. C'est d'ailleurs la conformation constante du cartilage embryonnaire et fondamental de l'avant-bras de tous les Vertébrés;

» 2° Un os pisiforme lamelleux, plus ou moins distinct du cubitus;

» 3° Cinq métacarpiens dont le radial reste soudé au radius, tandis que les quatre autres sont indépendants et reposent sur le bord du radius, mais surtout du cubitus et parfois aussi du pisiforme. Les métacarpiens, qui représentent à eux seuls les doigts, reposent donc sur le bord postérieur ou talon du deuxième interépineux. L'ensemble des deux demi-interépineux latéraux forme donc proprement, le premier la ceinture et l'humérus, et le second l'avant-bras, le pisiforme et la main, d'où ce résultat aussi remarquable qu'inattendu, que la ceinture et l'humérus réunis sont homodynames de l'avant-bras, du pisiforme et de la main.

» Les preuves anatomiques (c'est-à-dire les connexions) de ces homologies surprenantes ne me paraissent laisser subsister aucun doute sur leur réalité. Néanmoins il convient de rechercher les faits qui peuvent apporter à ces vues de nouveaux éléments de démonstration. Je considère qu'on doit en trouver un important dans un fait qui me paraît établir que la ceinture, c'est-à-dire le demi-épineux antéro-supérieur, ne diffère pas du membre, c'est-à-dire du demi-interépineux postéro-inférieur, par l'absence de ces appendices qui représentent les doigts, et qu'il y a sur la ceinture scapulo-coracoïdienne, comme sur l'avant-bras, et dans une situation exactement comparable, une main représentée par un doigt exactement conformé comme les doigts de la main radio-cubitale, et par conséquent une *main monodactyle scapulaire*. La présence de doigts sur les deux éléments constituants de la nageoire antérieure, la ceinture et le membre, est de nature à confirmer hautement une assimilation dans la signification de ces deux éléments, et par conséquent à établir clairement leur homodynamie.

» Or il existe sur la ceinture pectorale de la plupart des Poissons osseux un appendice plus ou moins ossifié, qui ne peut avoir d'autre signification que celle d'un doigt. Il s'agit d'un appendice composé de une ou deux pièces qui a si bien embarrassé jusqu'à présent les anatomistes qu'on lui a donné des noms très différents, et qu'on n'est pas parvenu à l'assimiler à aucun des os connus chez les autres Vertébrés. C'est l'*os coracoïdien* des Poissons de Cuvier, le *coracoïde* de Geoffroy Saint-Hilaire et d'Agassiz, la *clavicule* d'Owen, la *pièce accessoire* de Gegenbaur, l'*os de la ceinture scapulaire secondaire* de Claus et de Wiedersheim, la *baguette styliforme* de Vogt, le *post-claviculaire* d'autres anatomistes, etc. Ces diverses dénominations, ou bien sont insignifiantes, ou bien ne résistent pas à un examen sérieux des connexions, sur lesquelles doit se baser la détermination vraiment anatomique d'un os.

» Voici d'ailleurs les caractères de forme et de connexions qui appartiennent à cet appendice digitiforme. C'est un appendice allongé, composé parfois d'un seul os, le plus souvent de deux os successifs. Il est attaché au bord postérieur ou talon de l'os de la ceinture. Le premier article est tantôt court, trapu, tantôt allongé; il est aplati comme le sont tous les os de la main des Poissons osseux. Il peut être très court, réduit à une saillie soudée à la portion scapulaire de la ceinture. Il ressemble alors au premier métacarpien, ou métacarpien radial de la main radiocubitale. Le second article ou terminal, est plus allongé, plus grêle, d'une ossification plus ou moins incomplète, et se termine en pointe effilée. Il est parfois soudé au premier, le plus souvent libre et articulé. Cette articulation est parfois de forme identique à celle qui rattache les rayons de la nageoire aux métacarpiens, chez *Scarpena* notamment. L'ensemble des deux articles forme une tige articulée, légèrement anguleuse et dirigée de haut en bas et d'avant en arrière. Cette tige est sous-dermique, par son premier article, tandis que le second est pour ainsi dire noyé dans l'épaisseur du derme; elle adhère très inégalement aux muscles latéraux du tronc, mais ces relations sont tout à fait accidentelles et contingentes, et sans caractères anatomo-physiologiques. Elles n'ont aucun rapport réel avec les cloisons myomériques ni avec la direction des fibres musculaires.

» Cet appendice présente donc des analogies remarquables avec les doigts radio-cubitaux de la nageoire. L'article basilaire est un vrai métacarpien, et l'article terminal un rayon porté par ce dernier. Les modifications de forme et de situation générale s'expliquent facilement par ce fait

que ce doigt scapulaire entraîné en haut par le mouvement de bascule de la ceinture, débordé et recouvert par la masse, plus importante, de la main radio-cubitale, est resté moins achevé et inactif, et a été enseveli sous la peau, comme l'est la partie humérale de l'aile de l'*Apterix,* et comme l'était très probablement l'humérus de l'*Hesperornis,* de la période crétacée. En outre ce doigt scapulaire a, avec l'interépineux de la ceinture, des connexions parfaitement comparables avec celle des doigts de la nageoire avec l'interépineux radio-cubital. Ils sont, les uns et les autres, portés par le bord postérieur ou talon, ou base, de l'interépineux correspondant. Ils présentent des variations de forme, de volume et de structure le plus souvent simultanées.

» Ainsi donc, la conception du membre thoracique comme formé de l'association et de la différenciation de deux demi-interépineux successifs, conduit à une détermination rationnelle de l'appendice que je viens de décrire, et dont la signification est restée entièrement ignorée. C'est un doigt scapulaire noyé dans le derme; et, d'un autre côté, l'existence de cette main scapulaire monodactyle achève de confirmer la valeur de la ceinture comme homodyname du membre radio-cubitopalmaire. Ces deux déterminations se prêtent un appui réciproque pour établir la conception que j'ai formulée de la morphologie des ceintures et des membres chez les poissons osseux.

» Il faut remarquer d'ailleurs qu'au membre postérieur ou nageoire abdominale, les deux demi-interépineux composants ne se sont pas différenciés et ont conservé la même valeur, contribuant l'un et l'autre à former la surface articulaire destinée à porter les rayons de la nageoire.

» Il y a donc là *virtuellement* une main pelvienne associée à une main tibio-péronéale. Mais ces deux mains forment une série continue qui se scindera à la nageoire pectorale. Ici, en effet, par suite de l'inégalité de développement et de la différenciation des deux demi-interépineux, il se produit un écartement entre les talons de ces derniers, et, par suite, une échancrure entre les deux mains. Quand l'inégalité reste faible, l'échancrure reste étroite (*Mugil cephalus*); quand l'inégalité s'accentue, la ceinture devenant très prédominante, l'échancrure s'élargit fortement (*Esox lucius*).

» Une prochaine Note sera consacrée à l'examen de ces dispositions chez les Chondroptérygiens. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Icilio Guareschi*, intitulé : « Storia della Chemica, III : Lavoisier, sua vita e sue opere. »

2° Un Ouvrage ayant pour titre : « Poisons et sortilèges »; 2e série, « Les Médicis, les Bourbons, la Science au xxe siècle », par MM. *Cabanès* et *L. Nass*.

ASTRONOMIE. — *Observations faites à l'île de la Réunion sur l'éclipse de Lune du* 6 *octobre* 1903. Note de MM. **Edmond Bordage** et **A. Garsault**.

« Nous avons l'honneur de faire parvenir à l'Académie quelques notes prises lors de l'éclipse partielle de Lune du 6 octobre dernier.

» A l'heure qui correspond au lever de la lune (5^h58^m, temps civil de la Réunion), l'éclipse est commencée depuis 1^h50^m; mais l'astre n'est pas visible à cause des nuages. A 6^h18^m, une courte apparition; cependant, la nuit n'étant pas complètement venue (et ce qui reste du disque répandant une lueur jaunâtre), les essais de photographie sont alors infructueux.

» Jusqu'à 6^h58^m, l'astre est complètement voilé par un rideau de nuages. A ce moment, une trouée se produit dans ces derniers, de sorte qu'entre 6^h59^m et 7^h, la phase maxima du phénomène peut être photographiée (pour la Réunion, le maximum s'est produit à $6^h59^m22^s$). Il ne reste plus alors qu'un très mince croissant correspondant à 1 dixième $\frac{1}{3}$ du diamètre $(\frac{132}{1000})$. Dans la partie du disque que l'ombre recouvre, un point brillant rougeâtre est encore visible et semble représenter le cratère rayonnant d'Aristarque.

» Vers 7^h10^m, les nuages cachent de nouveau l'astre, qui n'est guère visible ensuite que vers 7^h35^m. Il est alors facile de constater que le phénomène est en voie de décroissance rapide. Une réverbération prononcée empêche de distinguer la topographie du croissant très brillant. Puis, les nuages dissimulent encore l'astre tandis que Jupiter, peu éloigné, demeure presque constamment découvert. A 7^h55^m, grâce à une éclaircie, une quatrième photographie peut être prise. Cette vue est curieuse parce qu'elle reproduit la partie sombre du disque. A ce moment, la topographie lunaire se distingue nettement avec une longue-vue ou une simple jumelle, et cependant la photographie ne la reproduit pas encore. Le premier détail apparent est le bord oriental de la mer des Humeurs; le cirque de Grimaldi est visible aussi, avec un peu d'attention. Le contour oriental de l'océan des Tempêtes se dessine ensuite nettement.

» Puis, l'astre est encore voilé par un rideau de nuages. Ce n'est qu'à $8^h 21^m$ qu'il se montre de nouveau. Les contours des différentes mers ont successivement fait leur réapparition. Peu à peu les cratères rayonnants d'Aristarque, de Képler, de Kopernic, se découvrent et scintillent. L'astre va demeurer visible jusqu'à la fin du phénomène et deux photographies sont prises à $8^h 33^m$ et à $8^h 35^m$, cette dernière peu avant la sortie de l'ombre ($8^h 36^m 29^s$, temps civil local). A ce moment, on voit se reconstituer complètement le contour de la mer des Crises, et c'est en cette région du bord du disque que l'échancrement disparaîtra définitivement. Mais ce ne sera guère que vers $8^h 50^m$, voire 9^h, que le bord du disque sera bien net. Jusque-là, la région qui s'étend entre la mer des Crises et la partie la plus rapprochée du bord occidental du disque, est demeurée indécise et comme recouverte d'une sorte de buée à aspect légèrement fuligineux.

» Depuis 9^h jusqu'à $9^h 50^m$ (sortie de la pénombre), la Lune brille d'un admirable éclat, car les nuages ont disparu comme par enchantement. A l'aide d'une longue-vue on découvre facilement les cratères d'Archimède, de Platon, de Cassini, d'Aristote, de Posidonius, de Pline, ainsi que Manilius et la traînée blanchâtre qui relie les monts Hémus au cratère de Bessel. L'auréole lumineuse de Tycho est réellement éblouissante.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Le dernier minimum des taches du Soleil et remarques au sujet de la* loi des zones. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« L'examen des nombres annuels obtenus pour les groupes de taches, leur surface totale et les jours sans taches indique que le dernier minimum des taches a eu lieu en 1901, et la comparaison des mêmes résultats par trimestres montre qu'il a dû se produire dans le courant du troisième trimestre. Mais on constate en outre deux autres minima qui, dans l'ordre de leur importance, se rapportent au deuxième trimestre de 1902, puis au premier trimestre de 1901; d'autre part, les deux périodes les plus longues de jours consécutifs sans taches ont été successivement de 39 jours dans le premier trimestre de 1901 (12 mars-19 avril) et de 47 jours dans le premier trimestre de 1902 (17 mars-2 mai); ces particularités indiquent qu'il y a eu une période de minimum assez étendue.

» Pour trouver l'époque de ce minimum, on a pris les surfaces totales mensuelles enregistrées à l'observatoire de Lyon de janvier 1901 à juin 1903 inclusivement, et l'on a cherché à représenter ces nombres graphiquement; mais les taches présentent des variations successives tellement grandes qu'il est difficile de tracer une courbe moyenne sans beaucoup d'arbitraire. Afin d'atténuer ces grandes irrégularités et faire disparaître

celles d'ordre secondaire, on a fait les moyennes des nombres mensuels pris deux à deux, puis les moyennes des moyennes obtenues ainsi successivement, toujours par deux, jusqu'à un adoucissement convenable de la courbe; finalement, il en est résulté que le point le plus bas de cette courbe est en septembre 1901.

» La recherche, dans le journal quotidien d'observations, d'une époque plus précise, ne permet pas de fixer une date; on peut dire seulement que le moment probable du minimum paraît être vers le commencement du mois indiqué. Et enfin, en tenant compte des deux grandes périodes sans taches signalées plus haut, dont l'époque moyenne est le 4 octobre, on peut conclure que l'époque moyenne du dernier *minimum* des taches est bien en septembre et adopter

1901,7.

» L'allure des taches aux environs de ce minimum m'a amené à étudier par nos observations la *loi des zones*, de Spörer, dont l'énoncé est le suivant [1] :

« Un peu avant le minimum, il n'y a de taches que près de l'équateur solaire, » entre $+5^\circ$ et -5°. A partir du minimum, les taches, qui avaient depuis longtemps » déserté les hautes latitudes, s'y montrent brusquement vers $\pm 30^\circ$. Puis elles se » multiplient, un peu partout, à peu près entre ces limites, jusqu'au maximum, mais » leur latitude moyenne diminue constamment jusqu'à l'époque du nouveau mini- » mum ».

» Pour cette étude, les observations des trois dernières années ont été divisées en périodes limitées par la présence de taches soit près de l'équateur, soit dans les hautes latitudes, ou bien dans les deux zones à la fois. Ces périodes sont au nombre de sept :

Périodes.	Nombre de jours.	Aux latitudes basses. Nombre de groupes.	Surface totale.	Distance à l'équateur.	Aux latitudes hautes. Nombre de groupes.	Surface totale.	Distance à l'équateur.
1re. — 1900 janv. 1, août 28...	240	37	2321	7°,6	0	0	
2e. — août 29, sept. 24...	27	4	67	6,8	3	33	32°,0
3e. — sept. 25, mai 25..	243	18	1173	5,6	0	0	
4e. — 1901 mai 26, févr. 13...	264	7	354	6,9	9	206	38,1
5e. — 1902 févr. 14, oct. 3...	232	0	0		20	862	24,0
6e. — oct. 4, déc. 2...	60	2	151	6,5	6	512	22,0
7e. — déc. 3, déc. 31...	29	0	0		3	36	19,0

(1) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 486.

» Les indications du Tableau ci-dessus se résument ainsi :

» 1. Jusqu'au 28 août 1900, il n'y a eu des taches que près de l'équateur.

» 2. Les premiers signes d'activité dans les hautes latitudes paraissent s'être manifestés dès le 29 août de la même année, par l'apparition à — 22° de latitude d'un groupe que nous avons observé jusqu'au 3 septembre. Ensuite on note, le 11 septembre, l'apparition de taches voilées à — 30°. Le 15, une tache s'est montrée à + 48°, suivie le 24 d'une autre plus importante à — 26°. Dans cette période, sur 7 groupes, il y en a 4 au voisinage de l'équateur.

» 3. Durant la période suivante, les taches étaient toutes dans les basses latitudes.

» 4. Après cette accalmie des hautes régions, qui s'est prolongée 8 mois, une petite tache s'est montrée le 26 mai 1901 à — 52°, suivie, le 3 juin, d'une un peu plus grosse à + 28°. Au total, jusqu'au 13 février 1902, sur 16 groupes enregistrés, il y en a 7 près de l'équateur et 9 dans les latitudes élevées.

» 5. Dans la cinquième période, on note 20 groupes qui sont tous éloignés de l'équateur.

» 6. L'état de calme des latitudes basses a été troublé par l'apparition d'un groupe à + 9°, 5, le 4 octobre 1902, et l'activité dans cette zone paraît s'être éteinte définitivement avec la très petite tache qui a paru à — 3°, 5 de latitude, le 2 décembre.

» 7. Les 3 groupes, notés ensuite jusqu'à la fin de 1902, sont loin de l'équateur.

» Il résulte de l'étude de ces diverses périodes :

» 1° Que les taches ont commencé à paraître dans les hautes latitudes pendant le deuxième semestre de 1900, soit environ 1 an avant l'époque du minimum ;

» 2° Que les taches n'ont disparu dans les latitudes basses que vers la fin de l'année 1902, c'est-à-dire environ 1 an après l'époque du minimum.

» En conclusion, la réapparition des taches dans les hautes latitudes ne s'est pas produite « à partir du minimum » comme l'indique la loi de Spörer, mais *vers le minimum*, et elle en a *précédé l'époque*. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Du problème de Cauchy relatif à une classe particulière de surfaces*. Note de M. **W. de Tannenberg**.

« Considérons une surface W, pour laquelle les rayons de courbure R et R_1 en un point quelconque sont fonctions l'un de l'autre et introduisons, suivant l'usage, les variables P et Q définies par les relations

$$(1) \qquad \frac{dR}{R-R_1} = \frac{dP}{P}, \qquad \frac{dR_1}{R_1-R} = \frac{dQ}{Q}, \qquad R_1 - R = PQ.$$

» Désignons maintenant par $(a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3)$ les cosinus directeurs

des tangentes aux deux lignes de courbure, qui se croisent en un point quelconque, et par c_1, c_2, c_3 ceux de la normale en ce point. Enfin, posons

$$(2)\qquad A_n = Pa_n,\quad B_n = Qb_n,\quad C_n = -PQc_n\qquad (n = 1, 2, 3).$$

» Dans ces conditions, les équations des deux nappes de la développée de la surface W peuvent être mises sous la forme [1]

$$(\mathrm{S})\qquad \begin{cases} dX = B_2\,dA_3 - B_3\,dA_2, \\ dY = B_3\,dA_1 - B_1\,dA_3, \\ dZ = B_1\,dA_2 - B_2\,dA_1, \end{cases}$$

$$(\mathrm{S}_1)\qquad \begin{cases} dX_1 = A_2\,dB_3 - A_3\,dB_2, \\ dY_1 = A_3\,dB_1 - A_1\,dB_3, \\ dZ_1 = A_1\,dB_2 - A_2\,dB_1, \end{cases}$$

et, en outre,

$$\begin{aligned} C_1 &= X_1 - X = A_2B_3 - A_3B_2, \\ C_2 &= Y_1 - Y = A_3B_1 - A_1B_3, \\ C_3 &= Z_1 - Z = A_1B_2 - A_2B_1. \end{aligned}$$

» Ceci posé, considérons en particulier les surfaces W pour lesquelles

$$(3)\qquad P^2 + m^2Q^2 = k^2.$$

» La famille de ces surfaces comprend entre autres les surfaces pour lesquelles les deux nappes de la développée sont applicables sur le paraboloïde de révolution

$$2z = x^2 + y^2,\qquad \text{pour } m = i$$

ou bien sur le paraboloïde imaginaire

$$2iz = x^2 + y^2,\qquad \text{pour } m = 1.$$

» Elle comprend aussi les surfaces minima pour

$$m = i,\qquad k = 0.$$

» Je me propose de montrer comment les formules précédentes fournissent très simplement la solution analytique du problème de Cauchy, relatif aux surfaces W définies par la relation (3).

---

(1) Voir à ce sujet ma Communication du 12 mars dernier.

» Prenons, pour lignes coordonnées sur S et S′, les lignes asymptotiques; dans ces conditions :

$$(4)\qquad A_n + mB_n = f_n(u), \qquad A_n - mB_n = g_n(v) \qquad (n = 1, 2, 3),$$
$$f_1^2 + f_2^2 + f_3^2 = k^2, \qquad g_1^2 + g_2^2 + g_3^2 = k^2 \text{ (}^1\text{)},$$

et l'on peut supposer les variables u et v choisies de manière que

$$df_1^2 + df_2^2 + df_3^2 = du^2, \qquad dg_1^2 + dg_2^2 + dg_3^2 = dv^2.$$

Supposons maintenant qu'il s'agisse de déterminer la surface W passant par une courbe donnée C et admettant en chaque point M de cette courbe une normale donnée.

» Remarquons d'abord qu'au point M, on peut déterminer, en général, les valeurs de R et R_1 et, par suite, les points de contact m et m_1 de la normale avec les deux nappes de la développée. Il suffit pour cela d'utiliser la relation donnée entre R et R_1 et une relation de la forme

$$aRR_1 + b(R + R_1) + c = 0,$$

obtenue en exprimant que les plans tangents en m et m_1, à la surface réglée des normales, sont rectangulaires. Ces deux plans tangents et le plan tangent à la surface W au point M déterminent complètement le trièdre lié au point M de la surface W. On peut donc, en chaque point M de la courbe C, calculer (a_n, b_n, c_n) en fonction de la variable t, qui fixe la position du point M. Il résulte de là qu'on pourra aussi calculer A_1, A_2, A_3, B_1, B_2, B_3 en fonction de t, à l'aide des formules (2), qui sont fondamentales dans la théorie actuelle.

» Les formules (5) font alors connaître par quadratures les expressions de u et v en fonction de t,

$$u = \varphi(t), \qquad v = \psi(t)$$

et, par suite, aussi les expressions de f_1, f_2, f_3 en fonction de u et celles de g_1, g_2, g_3 en fonction de v. Le problème proposé peut donc être considéré comme résolu.

» L'indétermination du problème correspond au cas où les expressions de f_1, f_2, f_3 ou de g_1, g_2, g_3 en fonction de t se réduisent à des constantes.

---

(1) Les expressions dx, dx_1, ... en fonction de f_n, g_n sont connues et ont été données par M. Darboux (*Théorie générale des surfaces,* t. IV).

Les lieux des points m, m_1 sur les surfaces S et S_1 sont des lignes asymptotiques : ceci est bien d'accord avec la théorie générale de la déformation.

» Dans une étude développée, j'examinerai le cas particulièrement intéressant où m est égal à 1. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation effective de certaines fonctions discontinues, comme limites de fonctions continues.* Note de M. ÉMILE BOREL, présentée par M. Appell.

« On doit à M. Baire un résultat de la plus haute importance, qui peut s'énoncer ainsi : *la condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction discontinue soit la limite de fonctions continues est qu'elle soit ponctuellement discontinue sur tout ensemble parfait* ([1]).

» En un certain sens, cette proposition épuise complètement la question de la représentation des fonctions discontinues comme limites de fonctions continues. Cependant, si l'on observe que, non seulement les démonstrations de M. Baire, mais encore l'obtention effective de la représentation nécessitent l'introduction des nombres transfinis, on peut penser qu'à côté de la proposition générale de M. Baire, qui dominera toujours la question, il y aurait intérêt à connaître d'autres propositions plus particulières, mais plus aisées à démontrer dans l'enseignement et à appliquer effectivement. Je me propose ici d'obtenir, sans utiliser les nombres transfinis, la représentation comme limite de fonctions continues d'une fonction discontinue telle que l'ensemble P de ses points de discontinuité soit *réductible* (c'est-à-dire tel que son dérivé P' soit dénombrable). Quand on emploie le langage créé par M. G. Cantor, on doit dire que, étant donné un ensemble réductible P, il existe un nombre α de la première ou de la seconde classe tel que l'on ait $P^{(\alpha)} = 0$; d'ailleurs à tout nombre α correspondent une infinité d'ensembles réductibles P tels que $P^{(\beta)}$ ne soit pas nul, lorsque β est inférieur à α. Lorsque l'on se place à ce point de vue, on est amené à considérer l'introduction des nombres transfinis comme nécessitée par la nature même de la question et à faire dépendre de la valeur du nombre α la marche suivie pour la résoudre. Je me propose de montrer,

([1]) Voir BAIRE, Thèse : *Sur les fonctions de variables réelles* (*Annali di Matematica*, 1899) et *Nouvelle démonstration d'un théorème sur les fonctions discontinues* (*Bulletin de la Société mathématique de France*, 1900).

au contraire, que la solution peut être basée simplement sur la notion d'ensemble dénombrable, et, par suite, être complètement indépendante de la valeur de α, qui n'intervient ni directement, ni indirectement. Pour abréger, je raisonnerai sur les fonctions d'une seule variable; il n'y a presque rien à changer pour traiter le cas de n variables.

» Considérons une fonction $f(x)$, définie dans un intervalle fini a, b; soit P l'ensemble de ses points de discontinuité; on suppose que P′ est dénombrable; il en résulte que P + P′ est aussi dénombrable; désignons les points de P + P′ par $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$. Désignons, d'autre part par A_n l'ensemble des points de l'intervalle a, b définis par la condition suivante : le point x appartient à A_n, si, quel que soit p, le segment $\overline{x a_p}$ a une longueur supérieure à $\frac{1}{n}\cdot$ Il résulte du fait que P′ est un ensemble fermé que tout point déterminé x de ab, distinct de $a_1, a_2, \ldots, a_p, \ldots$, appartient à A_n dès que n dépasse une certaine valeur. Ceci posé, il est très aisé de former une fonction *continue* f_n prenant les mêmes valeurs que f aux n points $a_1, a_2, \ldots, a_n$, ainsi qu'en tous les points de A_n; il suffit de remarquer que A_n se compose d'un nombre limité d'intervalles dans chacun desquels f est continue et que les points $a_1, a_2, \ldots, a_n$, en nombre limité, sont extérieurs à ces intervalles. Il est clair que lorsque n augmente indéfiniment la fonction f_n a pour limite f, quel que soit x à l'intérieur de ab; le problème proposé est donc résolu.

» On peut rapprocher ce résultat de celui qu'a obtenu récemment M. Ernst Lindelöf (*Comptes rendus*, 2 novembre 1903). Dans cette intéressante Note, M. Lindelöf démontre, *sans l'intervention des nombres transfinis*, le théorème dit de Cantor-Bendixson ([1]). Ces exemples permettent d'espérer qu'il pourra être possible d'arriver à éviter l'introduction de ces nombres dans bien des questions où cette introduction a jusqu'ici paru nécessaire; il semble, en effet, qu'à s'en passer on gagne toujours en simplicité et en clarté. Cette remarque ne diminue d'ailleurs en rien l'intérêt

---

([1]) Dans ses *Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives*, qui paraîtront prochainement, M. Lebesgue donne de ce théorème une démonstration qui est au fond très analogue à celle de M. Lindelöf. Mais M. Lebesgue emploie le *langage* des nombres transfinis, de sorte que l'on aperçoit moins nettement que la théorie de ces nombres n'intervient pas. M. Lindelöf et M. Lebesgue sont arrivés à leurs démonstrations indépendamment l'un de l'autre; chacun d'eux m'a communiqué la sienne avant d'avoir connaissance de l'autre.

philosophique ni l'importance réelle des profondes conceptions de M. George Cantor, dont l'influence sur l'évolution des mathématiques dans le dernier quart du XIXe siècle a été, comme l'on sait, des plus considérables; cette influence subsistera tant qu'il y aura des analystes, même si certaines formes particulières données par M. George Cantor à sa pensée ne conservaient un jour qu'un intérêt historique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations fonctionnelles.* Note de M. S. **Lattès**, présentée par M. Painlevé.

« 1. La substitution

$$X = f(x, y, y'), \qquad Y = \varphi(x, y, y') \qquad \left(y' = \frac{dy}{dx}\right) \tag{1}$$

fait correspondre à toute fonction $y = \psi(x)$ une fonction Y de X, qui sera dite la *conséquente* de $\psi(x)$. Réciproquement, à une courbe $Y = \psi(X)$ passant par un point P correspond une *antécédente* passant par le même point : c'est l'intégrale de l'équation différentielle

$$\psi[f(x, y, y')] = \varphi(x, y, y')$$

qui passe par P.

» *Si les antécédentes successives $\psi_1(x)$, $\psi_2(x)$, ..., $\psi_n(x)$ d'une fonction $\psi_0(x)$ ont une limite $\psi(x)$ pour n infini, si cette limite a une dérivée $\psi'(x)$ et si $\psi_n(x)$, $\psi'_n(x)$ tendent uniformément vers leurs limites dans un certain domaine, cette limite vérifie l'équation fonctionnelle*

$$\psi\{f[x, \psi(x), \psi'(x)]\} = \varphi[x, \psi(x), \psi'(x)]. \tag{2}$$

» La limite des conséquentes, lorsqu'elle existe, vérifie la même équation; mais à une courbe définie dans un certain domaine correspond une conséquente située dans un domaine distinct du premier; nous nous limiterons à l'étude des antécédentes, qui peuvent, au contraire, être définies dans un domaine commun.

» 2. Soit x_0, y_0, y'_0 un élément double de la substitution, c'est-à-dire un élément vérifiant les équations

$$x_0 = f(x_0, y_0, y'_0), \qquad y_0 = \varphi(x_0, y_0, y'_0).$$

» On peut toujours supposer $x_0 = y_0 = y'_0 = 0$ et ramener la substi-

tution (1) à la forme

$$(3)\qquad \begin{cases} X = ax + by + cy' + F(x, y, y'), \\ Y = Ax + By + Cy' + \Phi(x, y, y'), \end{cases}$$

F et Φ étant des fonctions qui auront des dérivées partielles du premier ordre continues dans le domaine de l'origine et tendant vers o avec x, y, y'.

» Les antécédentes successives sont définies dans le voisinage de l'origine et tangentes à Ox en O. Il faut chercher à quelles conditions il existe un intervalle de convergence commun à toutes les antécédentes et à quelles conditions $\psi_n(x)$ et $\psi'_n(x)$ tendent uniformément vers des limites dans cet intervalle.

» A ce sujet, j'ai établi la proposition suivante :

» *Sous les conditions* $C \neq 0$ *et* $\left|\frac{aC - cA}{C}\right| < 1$, *il existe un domaine* $-h$, $+h$ *dans lequel toutes les antécédentes sont définies, et dans ce domaine* $\psi_n(x)$, $\psi'_n(x)$ *tendent uniformément vers des limites. La fonction initiale* $\psi(x)$ *est une fonction nulle pour* $x = 0$, *ainsi que sa dérivée et vérifiant dans le domaine* $-h$, $+h$ *l'inégalité* $\left|\psi'(x) + \frac{A}{C}x\right| < d\,|x|$, *d étant un certain nombre positif fixe qui ne dépend que de la substitution. La limite est indépendante de la fonction initiale.*

» Pour démontrer ce théorème, je résous la deuxième équation (2) par rapport à y' :

$$y' = \lambda(x, y, Y) = -\frac{A}{C}x - \frac{B}{C}y + \frac{1}{C}Y + \ldots$$

» L'antécédente de $\psi(x)$ est définie par l'équation différentielle

$$y' = \lambda\{x, y, \psi[f(x, y, y')]\}.$$

» Intégrons cette équation par approximations successives en remplaçant le second membre y par une fonction y_1, vérifiant l'inégalité

$$\left|y'_1 + \frac{A}{C}x\right| < d\,|x|.$$

Le premier membre donne y_2 par quadratures. On démontre que $y_2, y_3, \ldots$ vérifient la même inégalité dans un domaine suffisamment restreint, que les approximations convergent et que la limite de y_n, c'est-à-dire l'antécédente de ψ, vérifie encore la même inégalité.

» C'est dans cette démonstration qu'intervient l'hypothèse

$$\left|\frac{aC - cA}{C}\right| < 1.$$

Le domaine $-h$, $+h$ dans lequel l'antécédente remplit ces conditions *ne dépend que des données*, c'est-à-dire de la substitution (1). On se retrouve alors dans les mêmes conditions qu'au début pour passer de la première antécédente à la deuxième et l'existence d'un domaine de convergence commun à *toutes* les antécédentes est établie.

» Pour démontrer que la suite des antécédentes a une limite, je démontre que si l'on a $|\psi_1 - \psi_2| < \sigma$, on en déduit

$$|\psi_2 - \psi_3| < K\sigma h,$$

K étant une constante positive ne dépendant que de h et des données. On déduit de là

$$|\psi_n - \psi_{n+1}| < (Kh)^n \sigma.$$

» En se servant de la forme explicite de K, on constate que Kh est inférieur à 1 si h est suffisamment petit, ce qui démontre la convergence uniforme de la série $\Sigma(\psi_n - \psi_{n+1})$. On démontre de même que la série

$$\Sigma(\psi'_n - \psi'_{n+1})$$

est uniformément convergente.

» 3. En un élément double x_0, y_0, y'_0, la valeur de $\frac{aC - cA}{C}$ est $\frac{[\varphi f]_0}{\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y'}\right)_0 - y'_0\left(\frac{\partial f}{\partial y'}\right)_0}$: cela résulte du changement de variables.

» Dans le cas d'une *transformation de contact*, on a

$$[\varphi f] \equiv 0.$$

» La condition $\left|\frac{aC - cA}{C}\right| < 1$ est donc vérifiée par tous les éléments doubles, éléments dont les points constituent, en général, une courbe C. Par tout point P de la courbe C passe donc une solution C' de (2) qui peut s'obtenir comme limite d'antécédents; mais on constate que cette courbe C' a pour conséquente le point P (et les éléments de droite passant par P); ce point P étant sur la courbe C', celle-ci est bien une solution de l'équation (2), bien que ce ne soit pas, à proprement parler, une courbe invariante par la substitution (1). On voit aisément que la courbe C' peut

s'obtenir par des calculs algébriques : il suffit d'éliminer y' entre les équations $f(x, y, y') = x_0$, $\varphi(x, y, y') = y_0$. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les articulations à lame flexible.* Note de M. A. **Mesnager**, présentée par M. Maurice Levy.

« Les articulations, dans les mécanismes de l'industrie et même dans certains ouvrages d'art rigides, surtout aux États-Unis, sont généralement réalisées au moyen d'un cylindre métallique tournant autour d'un axe fixe.

» Dans ce dernier cas où les mouvements possibles sont de l'ordre des déformations élastiques, et plus généralement toutes les fois qu'il s'agit de mouvements de rotation de très petite amplitude (quelques millièmes seulement), il y a un grand avantage à utiliser les jonctions par lames. On évite ainsi le jeu inévitable des articulations à axe, jeu qui peut avoir des inconvénients divers, soit :

» 1° En permettant un déplacement de l'axe de rotation,

» 2° Dans certains cas, en exposant cet axe à un martelage.

» En particulier, l'articulation formée au moyen de lames plates situées dans deux plans perpendiculaires permet fréquemment de réaliser une excellente jonction. Quand l'angle est infiniment petit : on voit immédiatement que la rotation de l'une des pièces par rapport à l'autre se produira autour de la droite intersection des plans des lames.

» Quand l'angle atteint une valeur finie, l'axe de rotation se déplace, mais son déplacement reste très petit et inférieur à $l\frac{\alpha^2}{8}$ ainsi qu'il résulte d'un calcul que nous développons dans un article qui va paraître aux *Annales des Ponts et Chaussées*, l étant la longueur des lames, α l'angle décrit.

» Ces articulations sont utilisables, notamment, dans des appareils de précision en vue de multiplier des déplacements très petits par des leviers. Nous avons pu réaliser ainsi un enregistreur multipliant les déplacements par 2000. Il donne un retour au zéro absolument rigoureux lorsqu'on supprime le frottement de la plume, et une erreur très faible, déterminée d'avance par le calcul, lorsqu'on effectue l'enregistrement. Cette erreur peut être réduite à 3 pour 100 du déplacement moyen à enregistrer.

» Lorsque les efforts auxquels l'articulation est soumise sont dans une direction à peu près constante, on peut placer les lames parallèlement à

cette direction et supprimer celles qui seraient dans un plan perpendiculaire. C'est ce que nous avons fait pour les assemblages d'un certain nombre de ponts métalliques, où l'introduction de lames flexibles nous a permis d'éliminer d'une façon à peu près complète les efforts dits secondaires sans les inconvénients de l'articulation américaine qui d'ailleurs est souvent illusoire.

» Trois ponts sont actuellement construits dans ce système sur projets dressés par nous : l'un sur le Beuvron (ligne de Saint-Aignan à Blois), un second sur un canal latéral à la Dordogne, et enfin le troisième devant la gare de Saint-Denis, sur le canal.

» D'après les essais officiels faits contradictoirement entre le Contrôle et la Compagnie, les efforts réels ne se sont jamais écartés dans le premier de ces ponts de plus de 25 pour 100 des efforts calculés, tandis que dans la plupart des ouvrages actuels ils atteignent 50 pour 100 des efforts calculés. Il en résulte qu'un pont muni des articulations dont nous avons parlé supporte au plus des efforts égaux à 1,25 des efforts calculés, tandis que dans les ouvrages courants il supporte des efforts égaux à 2,5 des efforts calculés, soit le double.

» Ces articulations s'appliquent d'ailleurs avec la plus grande facilité aux ouvrages en béton armé qui, dans un certain nombre de cas, paraissent devoir aujourd'hui prendre la place des ouvrages métalliques. »

THERMOMÉTRIE. — *Sur la température des flammes.* Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. A. Potier.

« I. L'évaluation de la température de la flamme par le calcul comporte des incertitudes dues à notre ignorance des valeurs numériques des constantes physiques des gaz (chaleur spécifique, pouvoir émissif) aux températures élevées.

» La méthode expérimentale généralement employée consiste à plonger dans la flamme un corps solide de petites dimensions ; on admet alors que ce corps prend la température des gaz qui l'environnent. Si, en particulier, le corps solide choisi est la soudure d'un couple thermo-électrique, il enregistre lui-même sa propre température.

» En fait, les résultats obtenus par ce procédé ont été très discordants, malgré les corrections relatives aux pertes par conductibilité des fils du couple employé.

» Une autre cause d'erreurs réside dans les pertes par rayonnement dont la correction est incertaine, le pouvoir émissif des métaux étant mal connu à haute température; ce pouvoir émissif dépend aussi de la nature des gaz de la flamme qui modifient physiquement la surface. On sait que les flammes carbonées altèrent la pureté du métal thermométrique (qui est toujours le platine) et changent ainsi le pouvoir thermo-électrique de l'élément.

» A ces diverses causes qui influent sur la température du couple, ou qui altèrent ses indications, je me permettrai d'en ajouter une autre provenant de *la vitesse* du courant gazeux.

» Les gaz présentent une certaine viscosité, et la présence d'un corps solide, même de petites dimensions, diminue la vitesse des tranches gazeuses qui l'entourent.

» Si l'on considère que la chaleur spécifique des gaz est très faible par rapport à celle des solides, et que d'autre part les gaz sont très mauvais conducteurs par rapport aux métaux, on s'explique aisément un certain nombre de faits, difficiles à saisir sans la remarque précédente. On sait, par exemple, qu'un fil de platine de $0^{mm},02$ fond facilement dans la flamme du bec Bunsen ordinaire, mais que la petite perle résultant de cette fusion se solidifie aussitôt, bien que son support soit sensiblement à la même température qu'elle, ce qui élimine les pertes par conductibilité.

» Il se produit dans cette expérience un ralentissement des gaz incandescents autour de la perle, et la fusion s'arrête quand l'apport de chaleur par les gaz ne peut plus contrebalancer à 1780° les pertes par rayonnement.

» Cette simple expérience doit faire rejeter tous les résultats indiquant moins de 1780° pour la flamme en question, et montrent que la température du Bunsen ne saurait être déterminée par un couple au platine.

» II. La méthode qui m'a fourni les quelques résultats que je donne plus loin n'introduit dans la flamme aucun corps solide; elle consiste en principe à produire *le renversement d'une raie métallique* au moyen des rayons émis par un corps solide porté à une température convenable. Au moment où la raie, en passant du clair au noir, disparaît, on admet que la température du solide est égale à celle de la flamme.

» Le corps solide choisi a été un filament de lampe à incandescence, les rayons émis par cette lampe traversaient la flamme étudiée contenant de la vapeur de sodium. Une lentille permettait d'obtenir sur la fente d'un spectroscope l'image du filament, de telle sorte que le spectre continu donné par le charbon était traversé par la raie D qu'il a été possible de renverser et par conséquent de faire disparaître, avec toutes les flammes étudiées. La fente du spectroscope doit être très fine pour rendre plus sensible le moment du renversement, et la lentille de concentration donnant l'image du filament doit avoir une ouverture assez grande pour que toute la surface de la lentille du collimateur soit couverte.

» Voici quelques résultats fournis par le bec Bunsen (pleine admission d'air) :

1re expérience......	1870°	
2e »	1885	
3e »	1870	
4e »	1870	Moyenne......... 1871°
5e »	1895	
6e »	1855	
7e »	1870	
8e »	1855	

» La concordance de ces mesures est assez bonne et la moyenne obtenue ne doit guère s'écarter de plus de 10° de la température vraie du gaz.

» Voici quelques autres résultats obtenus de la même manière :

Bunsen	Pleine admission d'air....................	1871°
	Demi-admission d'air....................	1812
	Sans air..............................	1712
Brûleur à acétylène..............................		2548
Alcool salé flamme libre..............................		1705
Vapeur d'alcool brûlant dans un Bunsen (lampe Denayrouse sans manchon)..............................		1862
Même lampe (alcool carburé 50 pour 100 de benzine).		2053
Hydrogène brûlant librement à l'air..................		1900
Chalumeau (gaz d'éclairage et oxygène)............		2200
» (H^2 et O)..................		2420

» La mesure de la température du fil de la lampe s'effectuait au moyen du pyromètre à absorption qui m'a déjà servi à la mesure de la température du cratère de l'arc électrique ([1]); les mesures se conduisent avec une grande facilité.

» Remarquons en terminant que cette méthode entraîne l'adoption des deux hypothèses suivantes : 1° Que les flammes ne sont pas luminescentes, car s'il en était autrement les valeurs ainsi obtenues seraient trop élevées ; 2° Que le pouvoir émissif des flammes pour la longueur d'onde des raies métalliques émises est égal à l'unité ; la température mesurée serait trop faible s'il en était autrement.

» J'ai pu produire également le renversement pour d'autres raies et en particulier pour le lithium ; ce renversement se produit à la même tempé-

---

([1]) *Comptes rendus*, 26 mai 1902.

rature que pour le sodium. Il est bien difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de vérifier la première hypothèse, mais il n'en est pas de même de la seconde : L'expérience montre que l'éclat de la raie du sodium, produite dans un spectrophotomètre, n'est pas augmenté si l'on fait passer obliquement au travers de la flamme sodée un faisceau de lumière électrique. Le pouvoir diffusant est donc nul, ce qui indique un pouvoir absorbant égal à l'unité ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur des phénomènes particuliers présentés par les arcs au mercure.* Note de M. DE VALBREUZE, présentée par M. A. Potier.

« I. L'arc entre électrodes de mercure a été étudié dans des tubes en U reliés à une trompe de Sprengel; le mode d'amorçage est celui d'Hewitt. Lorsque la pression dans le tube froid est comprise entre 4^{mm} et 2^{mm} de mercure, on constate le phénomène suivant :

» Au début du fonctionnement, l'anode présente une plage plus ou moins grande uniformément lumineuse. Puis elle se couvre de petites étoiles extrêmement brillantes formant des figures géométriques régulières; souvent ces étoiles sont au nombre de six ou sept, occupant les sommets et le centre d'un pentagone ou d'un hexagone parfaitement régulier; d'autres fois elles sont en grand nombre, très petites et très mobiles, disposées régulièrement sur des circonférences concentriques. Généralement, les différents aspects alternent, apparaissant et disparaissant avec une grande rapidité.

» A mesure que l'électrode s'échauffe, les étoiles augmentent de grosseur et prennent la forme de perles sphériques lumineuses posées sur le mercure; ensuite elles se groupent et se soudent, formant un disque lumineux central et un ou plusieurs anneaux lumineux concentriques séparés par des anneaux obscurs. Enfin les anneaux obscurs disparaissent et l'anode présente son aspect habituel, c'est-à-dire une plage uniformément lumineuse.

([1]) En réalité le pouvoir absorbant de la flamme dépend de son épaisseur. Ce qu'il faut entendre ici, c'est qu'une flamme de grande épaisseur a un pouvoir absorbant qui tend vers 1. Il n'est pas d'usage pour les solides de faire cette remarque, elle ne deviendrait utile que pour des lames infiniment minces. Cependant il se pourrait que pour les flammes donnant des raies métalliques et même sous une épaisseur infinie le pouvoir absorbant ou émissif soit différent de 1; nous voulons dire ici que le pouvoir émissif de chaque molécule de sodium dans la flamme est le même que celui du charbon.

Pour que notre méthode soit correcte, il faut simplement que le *pouvoir émissif du solide* pris comme terme de comparaison *soit égal à celui de la flamme* épaisse qu'il s'agit de mesurer.

» L'explication de ce phénomène doit probablement être cherchée dans l'existence, à la surface du mercure, d'une sorte de membrane superficielle plus ou moins perméable au courant, dont l'état vibratoire déterminerait la forme régulière des figures observées.

» II. *Amorçage.* — Il est généralement admis que les tubes à vide à une ou deux électrodes de mercure exigent, pour leur amorçage, une différence de potentiel de quelques milliers de volts, après quoi le passage normal du courant s'effectue avec une chute de potentiel d'une quinzaine de volts seulement.

» Or, en soumettant ces tubes à une différence de potentiel de 550 volts, on constate des phénomènes d'amorçage spontané dans les conditions suivantes :

» 1° *Tubes à anode en fer et cathode en mercure.* — Lorsque la pression intérieure est comprise entre $0^{mm},6$ et $0^{mm},15$ de mercure, il se produit au-dessus de la cathode une belle lueur veloutée violette qui occupe toute la section du tube. Une faible lueur verdâtre borde l'anode; le reste est sombre. Le courant qui passe est de 0,01 à 0,02 ampère. Presque toujours, au bout de quelques minutes, l'arc normal jaillit spontanément.

» Lorsque la pression est inférieure à $0^{mm},15$ et descend jusqu'à $0^{mm},006$, le phénomène préliminaire est toujours le même, mais ne se produit que si le tube est un peu chaud : la lueur cathodique diminue d'intensité et blanchit : l'arc s'établit rarement d'une façon spontanée, mais jaillit dès qu'on imprime au tube une légère secousse.

» 2° *Tubes à anode et cathode en mercure.* — Les phénomènes d'amorçage spontané sont beaucoup plus rares dans ces tubes que dans les précédents. Il ne se produisent que si les électrodes ont été auparavant chauffées par le passage du courant et lorsque la pression est comprise entre $0^{mm},6$ et $0^{mm},15$, c'est-à-dire au maximum de conductibilité des tubes à vide.

» Le phénomène se manifeste par l'apparition d'une plage violette à la cathode et d'une plage verdâtre à l'anode. Souvent la lueur remplit une partie du tube en formant des stratifications violacées d'un côté et verdâtres de l'autre, avec un espace obscur entre les deux. Il est rare que l'arc s'établisse spontanément, mais une secousse suffit pour le faire jaillir.

» Il est à remarquer que, toutes les fois qu'un tube offre une difficulté d'amorçage, on peut, en agitant la surface du mercure, diminuer considérablement cette difficulté : probablement l'influence de ces secousses est également explicable par la présence d'une membrane superficielle s'opposant, surtout à froid, au passage du courant. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la suppression de l'hystérésis magnétique par l'action d'un champ magnétique oscillant.* Note de M. **Ch. Maurain**, présentée par M. Mascart.

« De récentes expériences de M. Marconi et de M. Tissot sur un nouveau récepteur utilisable dans la télégraphie sans fil ont attiré l'attention sur l'action d'un champ magnétique rapidement variable sur l'aimantation produite dans les conditions ordinaires. Tandis que M. Marconi attribue cette action à la suppression du retard par rapport au temps, M. Tissot pense que c'est l'hystérésis ordinaire par rapport au champ qui est modifiée.

» J'ai effectué à ce sujet des expériences quantitatives précises dont voici les conclusions. C'est bien l'hystérésis par rapport au champ qui est affectée; elle est même supprimée complètement : un noyau de fer ou d'acier étant soumis à un cycle de champ magnétique en même temps qu'à l'action continue d'un champ oscillant de même direction, on obtient, au lieu de la courbe d'aimantation à deux branches bien connue, une courbe unique, sur laquelle se placent tous les points obtenus à champ croissant ou à champ décroissant; il suffit pour cela que le noyau soit assez mince pour que le champ oscillant pénètre, avec une intensité suffisante, jusque dans la partie centrale.

» Le noyau étudié (ressorts pour chronomètres, non trempés ou trempés, de $0^{mm},1$ à $0^{mm},15$ d'épaisseur et de $0^{mm},2$ à 1^{mm} de largeur, tiges cylindriques de fer ou d'acier, fer porphyrisé agglutiné par de la paraffine dans un tube de verre) est entouré par deux bobines très longues; la bobine extérieure est la bobine magnétisante, où l'on envoie un courant continu d'intensité variable; la bobine intérieure, d'une seule couche de fil et bien isolée, est parcourue par les oscillations électriques produites de la manière suivante : les armatures d'une bouteille de Leyde sont reliées d'une part aux pôles d'une bobine de Ruhmkorff, d'autre part aux extrémités de la bobine intérieure, un micromètre à étincelles étant intercalé dans ce deuxième circuit.

» L'intensité d'aimantation est mesurée au moyen d'un magnétomètre à deux équipages magnétiques formant système astatique; le champ directeur est produit par deux aimants agissant sur un des équipages; j'ai pu ainsi opérer dans des conditions de sensibilité que l'action perturbatrice causée par des lignes de tramways électriques voisines n'aurait pas permis d'obtenir avec un magnétomètre à un seul équipage.

» Pour chaque échantillon étudié on construit la courbe cyclique d'aimantation ordinaire, puis on recommence les expériences dans les mêmes conditions, mais en mettant en jeu les oscillations électriques, entretenues par un courant alternatif passant dans le primaire de la bobine de Ruhmkorff.

» On constate ainsi les faits suivants : pour les échantillons non trempés les plus minces, il y a suppression complète de l'hystérésis, les branches montante et descendante de la courbe d'aimantation étant tout à fait confondues ; pour des échantillons plus épais, et toutes choses égales d'ailleurs, les deux branches restent séparées, mais moins que celles de la courbe ordinaire, et d'autant plus séparées que l'échantillon est plus épais. Pour les échantillons trempés les phénomènes sont les mêmes, mais, à épaisseur égale, les oscillations doivent être plus intenses (les boules du micromètre à étincelles plus éloignées) pour que la suppression de l'hystérésis soit complète. Pour un même échantillon, on peut obtenir la suppression partielle ou complète de l'hystérésis en faisant varier l'intensité des oscillations. Dans le cas du fer porphyrisé la suppression de l'hystérésis est complète. Les valeurs de l'aimantation obtenues pendant l'action des oscillations sont plus élevées que dans les conditions ordinaires.

» Les résultats qui précèdent sont obtenus lorsqu'on alimente le primaire de la bobine de Ruhmkorff par un courant alternatif, c'est-à-dire lorsque les effets d'induction sont symétriques ; quand le primaire est alimenté par un courant continu interrompu, c'est-à-dire quand les effets d'induction sont dissymétriques, les résultats sont différents : les oscillations, qui sont alors toujours de même sens au début de chaque décharge oscillatoire, provoquent, quand elles agissent seules, une forte aimantation d'un sens déterminé (aimantation qui persiste quand on les arrête), tandis que les oscillations provoquées par un courant alternatif ne produisent par elles-mêmes aucune aimantation fixe ; il en résulte, lorsqu'on effectue un cycle de champ magnétique pendant qu'agissent des oscillations provenant d'effets d'induction non symétriques, une courbe d'aimantation qui passe, pour la valeur nulle du champ, par le point représentatif de l'aimantation due aux oscillations, au lieu de passer par l'origine ; de plus cette courbe n'est réversible, pour une intensité convenable des oscillations, que dans la partie où le sens du champ magnétisant et celui de l'aimantation due aux oscillations coïncident ; dans l'autre partie, les deux branches sont un peu séparées.

» L'action continue d'oscillations permet donc d'obtenir, pour des échantillons assez minces, des courbes d'aimantation réversibles, bien déterminées, montant rapidement à partir de l'origine sans présenter de point d'inflexion. Il sera intéressant de comparer, sur les mêmes échantillons, ces courbes aux courbes analogues qu'on peut obtenir par d'autres procédés (vibrations, courant alternatif parcourant le noyau, production

d'un dépôt électrolytique de fer dans un champ magnétique, etc.), et d'essayer de définir d'une manière précise la *courbe d'aimantation normale;* c'est ce que je fais actuellement.

» On peut remarquer que ces expériences donnent un procédé commode pour l'étude de la pénétration du champ oscillant, en fonction de la fréquence, dans les noyaux magnétiques ou dans un métal quelconque les recouvrant. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la loi de distribution régulière de la force totale du magnétisme terrestre en France au* 1er *janvier* 1896. Note de M. E. **Mathias**, présentée par M. Mascart.

« Pour le plus grand nombre des stations qui figurent dans le *Réseau magnétique de la France* de M. Moureaux ([1]), la différence ΔT entre la force totale de la station X au 1er janvier 1896 et celle de l'observatoire de Toulouse, à la même époque, peut être représentée par une fonction du second degré des différences de longitude et de latitude géographiques (Δ longitude) et (Δ latitude), de cet endroit et de la station de référence adoptée.

» J'ai procédé dans cette recherche comme pour les éléments étudiés antérieurement.

» Des tâtonnements réguliers m'ont permis de passer de la formule linéaire

$$(1) \qquad \Delta T\,(\text{calculé}) = 1,3\,(\Delta\,\text{longitude}) + 5\,(\Delta\,\text{latitude}),$$

valable dans une aire très étendue autour de Toulouse, à la formule

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} \Delta T\,(\text{calculé}) = {} & 1,3\,(\Delta\,\text{longitude}) + 5\,(\Delta\,\text{latitude}) + 0,0008\,(\Delta\,\text{longitude})^2 \\ & - 0,0010\,(\Delta\,\text{longitude})\,(\Delta\,\text{latitude}) - 0,0008\,(\Delta\,\text{latitude})^2, \end{aligned} \right.$$

applicable dans toute la France, la Corse y comprise. ΔT est supposé exprimé en unités du cinquième ordre décimal, (Δ longitude) et (Δ latitude) en minutes d'arc. On a admis pour force totale, à Toulouse, au 1er janvier 1896, la moyenne 0,45050 des deux nombres donnés par M. Moureaux, ou mieux 45050.

» La force totale T étant calculée au moyen de la composante horizontale H et de l'inclinaison I par la formule

$$T = \frac{H}{\cos I},$$

([1]) *Annales du Bureau central météorologique;* année 1898.

on reconnaît aisément que l'erreur dT provenant d'une erreur dH sur la composante horizontale et d'une erreur de n minutes sur l'inclinaison I est sensiblement donnée par la formule

$$dT = dH + 12n.$$

» Une erreur de 30 unités du cinquième ordre sur H s'ajoutant à une erreur de 3 minutes sur I donne une erreur totale de 66 unités du cinquième ordre sur T. On peut dire que, tant que la différence entre les nombres calculé et observé ne dépasse pas 70 unités du cinquième ordre, on peut considérer la différence comme inférieure aux erreurs possibles d'observation et, par suite, la station considérée comme *régulière* quant à la force totale; si la différence ΔT (observé) — ΔT (calculé) est supérieure en valeur absolue à 70 unités, il y a *anomalie*.

» La formule (2) a permis de choisir, dans les 617 localités visitées par M. Moureaux, 507 stations donnant une différence (obs.) — (calc.) inférieure en général en valeur absolue à 100 unités du cinquième ordre et, par suite, composées de stations régulières et d'anomalies faibles; on a pu alors écrire 507 équations à 6 inconnues de la forme

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} \Delta T(\text{observé}) = x + y(\Delta\,\text{longitude}) + z(\Delta\,\text{latitude}) + t(\Delta\,\text{longitude})^2 \\ + u(\Delta\,\text{longitude})(\Delta\,\text{latitude}) + v(\Delta\,\text{latitude})^2. \end{aligned} \right.$$

» Si l'on pose

$$y = 1,3 + y', \qquad z = 5 + z', \qquad t = 0,0008 + t',$$
$$u = -0,0010 + u', \qquad v = -0,0008 + v'$$

et si l'on retranche membre à membre (2) de (3), il vient

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} x + y'(\Delta\,\text{long.}) + z'(\Delta\,\text{lat.}) + t'(\Delta\,\text{long.})^2 + u'(\Delta\,\text{long.})(\Delta\,\text{lat.}) + v'(\Delta\,\text{lat.})^2 \\ = \Delta T(\text{obs.}) - \Delta T(\text{calc.}). \end{aligned} \right.$$

» Les 507 équations du type (4) à six inconnues x, y', z', t', u', v' ont été résolues, au moyen de la méthode des moindres carrés, par le service des calculateurs de l'observatoire de Toulouse. M. B. Baillaud a bien voulu prendre la direction de ces pénibles calculs.

» Les équations (4) ont fourni la solution suivante :

$$x = +16,5, \qquad y' = -0,028, \qquad z' = +0,0457,$$
$$t' = -0,000088, \qquad u' = 0,000081, \qquad v' = -0,000118.$$

» La loi de distribution régulière de la force totale, pour la France entière y compris la Corse, est donnée pour la date du 1er janvier 1896 par la formule

$$(5)\quad \left\{ \begin{aligned} \Delta T = +16,5 + 1,272(\Delta\,\text{long.}) + 5,0457(\Delta\,\text{lat.}) + 0,000712(\Delta\,\text{long.})^2 \\ - 0,001081(\Delta\,\text{long.})(\Delta\,\text{lat.}) - 0,000918(\Delta\,\text{lat.})^2, \end{aligned} \right.$$

qui concorde remarquablement avec la formule primitive (2).

» Comme on ne peut répondre de 16 unités du cinquième ordre dans l'évaluation de la force totale, le terme constant de la formule (5) signifie simplement que la force totale 45050 admise pour Toulouse est trop faible de 16 unités.

» La parfaite régularité de la force totale, provenant d'une parfaite régularité de la composante horizontale et de l'inclinaison, peut coexister avec une anomalie de la déclinaison atteignant ou même dépassant 20'; il en est ainsi notamment à Châteauneuf-sur-Loire (— 20',1), à Montargis (+ 23',4), à Chevreuse (+ 26',4), à Forges-sur-Briès (+ 23',6) et à Limay (+ 21',1).

» En des stations beaucoup plus nombreuses, la régularité de la force totale provient d'une compensation des anomalies de I et de H, coexistant le plus souvent avec une anomalie de la déclinaison. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'anomalie magnétique du bassin de Paris.* Note de M. Th. Moureaux, présentée par M. Mascart.

« La discussion de nos observations magnétiques en France, dont le réseau comprend 617 stations, a mis en évidence de nombreuses irrégularités dans la distribution normale des différents éléments. Indépendamment de l'anomalie bien connue du massif central, due à l'influence directe des roches volcaniques, nous en avons constaté quelques autres, même au milieu de terrains considérés comme soustraits à toute action sur l'aiguille aimantée; la plus importante et la plus imprévue est celle du bassin géologique de Paris. L'étude de cette anomalie est basée sur les résultats obtenus en 130 stations, disséminées sur douze départements, depuis la Seine-Inférieure jusqu'au Cher et à la Nièvre. Dans toute cette région, les lignes isomagnétiques subissent des déformations accentuées et très nettes, montrant que les différents éléments observés n'y sont pas exclusivement soumis à la seule action du champ terrestre.

» La comparaison des valeurs observées, avec les valeurs calculées par la méthode de Cauchy, a permis de dresser les Cartes des écarts *observation-calcul* pour tous les éléments.

» La Carte relative à la *déclinaison* D, par exemple, montre que les écarts sont tous *positifs à l'est* et *négatifs à l'ouest* d'une ligne qui, partant de Fécamp, se dirigerait au sud-est vers Moulins, par ou près Rouen, Rambouillet, Gien, sous un angle de 30° environ avec le méridien géographique. Sur cette ligne même, les écarts sont nuls et l'observation concorde avec le calcul. La déclinaison est occidentale en France et croît

de l'est à l'ouest; d'après le sens des écarts O — C, on voit que le pôle nord de l'aimant est attiré de part et d'autre vers la ligne considérée : la force perturbatrice s'exerce donc sur cette *ligne d'attraction*, en un ou plusieurs points à déterminer.

» Si nous considérons maintenant la Carte des écarts de la *composante horizontale* H, nous remarquons que ces écarts se groupent également, selon leur sens, par zones bien délimitées. Les écarts positifs forment trois zones, séparées l'une de l'autre par des zones à écarts négatifs. La première s'étend sur la basse Seine, en aval du confluent de l'Eure; la seconde comprend une région limitée au nord à Mantes, et au sud à Toury (Loiret); enfin, la troisième couvre une partie des départements du Cher et de la Nièvre, de part et d'autre de la Loire. Toutes trois peuvent être limitées par des courbes fermées sur lesquelles les écarts O — C sont nuls pour H, et coupent chacune en deux points la ligne d'attraction déterminée par la déclinaison.

» Il y a lieu d'établir une distinction essentielle entre ces deux points. Les portions de courbe auxquelles ils se rattachent sont dirigées à peu près perpendiculairement au méridien magnétique; mais l'une, celle qui limite les écarts positifs de H *au sud* de la zone, est une ligne de répulsion pour le pôle nord de l'aimant, puisque, contrairement à la loi de décroissance de H du sud au nord, cet élément a une valeur relative plus grande au nord qu'au sud. L'autre, au contraire, limitant les écarts positifs *au nord*, et où la variation de H avec la latitude est accentuée d'une façon anormale, est une ligne d'attraction sur laquelle doit se rencontrer le centre de l'anomalie. Comme ce centre est commun également à la ligne d'attraction de la déclinaison, il correspond nécessairement au point d'intersection des deux lignes; les trois points d'intersection correspondant à la limite nord des trois zones à écarts positifs de H, sont donc autant de centres d'anomalie. Le premier se trouverait au voisinage de Rouen; le deuxième dans le triangle formé par nos trois stations de Bueil, Mantes et Houdan, vers la limite commune des départements de l'Eure et de Seine-et-Oise; enfin, le troisième, entre Sancerre et Aubigny (Cher).

» La Carte des écarts O — C de la *composante verticale* Z offre une vérification de cette hypothèse. En effet, la force attractive étant supposée dans l'intérieur de la Terre au-dessous de chacun des trois points considérés, c'est en ces points particuliers que doivent être observés les plus grands écarts positifs de Z; ces écarts se groupent effectivement en trois zones comprenant chacune un des trois centres d'attraction.

» Aucune de nos stations ne correspond, par sa situation géographique, à l'un quelconque de ces centres, qu'il serait facile de préciser en procédant à des mesures complémentaires dans un faible rayon autour de chacun d'eux. Dans la région de Rouen, le centre d'attraction, déterminé par le point d'intersection des deux lignes dont nous avons parlé, se trouve très rapproché du point central de la zone d'anomalie de Z; mais cette condition ne se trouve pas aussi bien réalisée pour les deux autres. Nous avons admis jusqu'ici, pour simplifier, que l'attraction, pour chaque zone, était concentrée en un point, alors qu'en réalité elle peut correspondre à une ligne plus ou moins régulière, et même à une zone de quelque étendue, dont la détermination rigoureuse exigerait un réseau plus serré de stations. Il n'est pas douteux, par exemple, que le centre d'attraction situé à l'ouest de Paris, vers Houdan, ne s'étende dans la direction du sud-est jusqu'à Rambouillet où l'anomalie, sensiblement nulle pour D et H, atteint 0,0026 (C.G.S.) pour Z. De même, le point central de la zone du sud,

dans le bassin de la Loire, est assez éloigné, vers le nord, du point d'intersection des lignes de D et de H; indépendamment de l'excès + 0,0024 constaté à Sancerre, on trouve en effet un second centre où les écarts sont de même sens et de même ordre, vers Sully-sur-Loire et Gien.

» Les conclusions que l'on peut tirer de la comparaison des trois éléments D, H et Z, relativement à la position des centres d'attraction, sont confirmées par la discussion des observations de la force totale, dont les écarts se distribuent sensiblement comme ceux de la composante verticale.

» Si l'on admet que l'anomalie du bassin de Paris puisse être attribuée à l'action de roches magnétiques, la limite supérieure de la masse perturbatrice se présenterait comme le relief d'une montagne recouverte par les terrains plus récents, avec des pics ou des arêtes aux points ou aux zones désignés comme les centres d'attraction par la considération des anomalies des éléments magnétiques. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la fusibilité des mélanges de protosulfure de bismuth et de sulfure d'argent, de protosulfure de bismuth et de sulfure d'antimoine.* Note de M. H. **Pélabon**, présentée par M. H. Moissan.

« Le sulfure d'argent et le protosulfure de bismuth fondus ensemble donnent des liquides homogènes dont il est facile de déterminer avec exactitude le point de solidification *commençante*. La courbe de fusibilité de ces mélanges peut être construite entièrement en portant en ordonnées les températures de solidification et en abscisses, les valeurs correspondantes du rapport de la masse de sulfure d'argent à la masse totale du mélange. Nous désignerons par R ce rapport exprimé en centièmes.

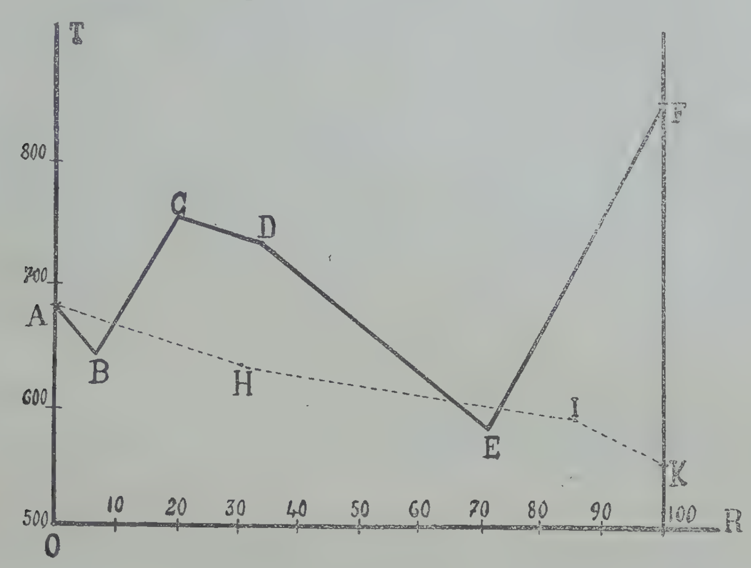
» La courbe de fusibilité se compose de cinq portions de droites. Une première ligne droite AB joint le point de solidification du protosulfure de bismuth, soit 685°, au point de fusion du mélange pour lequel R a pour valeur 6,5; la température correspondante, 648°, représente un premier minimum du point de solidification des mélanges étudiés. Si, en effet, on fait croître la proportion du sulfure d'argent jusqu'à ce que R prenne la valeur 20,49, la température de solidification s'élève régulièrement jusqu'à 750°.

» Les coordonnées des extrémités de la seconde portion de droite BC sont donc respectivement :

$$R = 6,50, \qquad T = 648°,$$
$$R = 20,49, \qquad T = 750°.$$

» Si le rapport R continue à croître, la température de solidification baisse d'abord

lentement jusqu'à 732°, pour R = 34,02, et l'on a la portion de droite CD, puis cette température baisse plus rapidement et atteint 585° pour R = 72. On a donc une partie droite DE plus inclinée que la précédente sur l'axe des abscisses.



» Enfin, quand le rapport R continue à croître pour atteindre finalement la valeur 100, le point de solidification des mélanges correspondants s'élève très rapidement et très régulièrement jusqu'à 845°, température de fusion de sulfure d'argent pur. La courbe de fusibilité présente donc une seconde ordonnée minima et se termine par une partie rectiligne EF très inclinée sur l'axe des abscisses.

» *En résumé*, la courbe de fusibilité des mélanges étudiés est une ligne polygonale présentant deux ordonnées minima et une ordonnée maximum.

» Les deux ordonnées minima sont les températures de solidification de deux mélanges *eutectiques* définis par les valeurs

$$R = 6,5, \qquad R = 72.$$

» L'ordonnée maximum correspond au composé défini répondant à la formule $Ag^2S.4BiS$.

» Le point D, intersection des deux droites CD et DE, correspond au mélange dans lequel les deux sulfures sont dans les proportions indiquées par la formule $Ag^2S.2BiS$.

» Nous avons étudié également, au point de vue de la fusibilité, les mélanges de protosulfure de bismuth et de sulfure d'antimoine.

» La courbe de fusibilité de ces mélanges est beaucoup plus simple que celle du mélange précédemment étudié; elle peut également être construite complètement. Elle comprend trois portions de droites formant la ligne polygonale AHIK; la première portion de droite aboutit au point de fusion du protosulfure de bismuth, soit 685°; la dernière s'arrête au point de fusion du sulfure d'antimoine, soit 555°.

» Si l'on désigne par R le rapport, exprimé en centièmes, du poids de sulfure d'antimoine au poids total du mélange, les coordonnées des extrémités de la droite intermédiaire sont respectivement :

$$R = 31,66, \qquad T = 632°,$$
$$R = 84,85, \qquad T = 591°.$$

» La température de la solidification commençante diminue donc constamment au fur et à mesure que la proportion de sulfure d'antimoine augmente dans le mélange.

» Les mélanges qui correspondent aux points H et I de la courbe de fusibilité ont une composition simple. Celui qui correspond au point H répond à la formule $3BiS.Sb^2S^3$; l'autre à la formule $BiS.4Sb^2S^3$. L'un d'eux, au moins, doit être un composé défini. »

CHIMIE. — *Influences activantes ou paralysantes agissant sur le manganèse envisagé comme ferment métallique.* Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les métaux envisagés comme porteurs d'oxygène demandent, pour réaliser leur effet maximum dans un milieu donné, à être placés dans des conditions spéciales sans lesquelles ils restent inactifs. C'est l'étude de quelques-unes de ces conditions que je vais exposer.

» J'ai choisi comme exemple le manganèse si abondamment répandu dans le règne végétal et dont le rôle physiologique a été étudié par MM. Gabriel Bertrand et Bourquelot. Comme milieu d'oxydation je me suis adressé à une solution d'acide gallique dont la fonction phénolique répond bien au but. Pour mieux interpréter les résultats, j'ai opéré sur des solutions très étendues se rapprochant par conséquent sous ce rapport des milieux physiologiques.

» La méthode a consisté à mesurer directement les volumes d'oxygène absorbés en fonction du temps au moyen d'un appareil composé de plusieurs ballons de verre vert [1] de 175^{cm^3} de capacité, disposés en série et plongés dans un récipient plein d'eau. Au moyen de tubes coudés, de faibles diamètres, exactement calibrés et gradués, ils étaient reliés à des récipients contenant de l'eau ou du mercure et dont l'ascension permettait d'évaluer le volume d'oxygène absorbé en un temps donné, toutes correc-

---

(1) Le choix du verre a une importance capitale. Il en est de même du choix des réactifs et de l'eau qui doivent présenter un grand degré de pureté.

tions faites. L'appareil était construit de telle sorte que les perturbations apportées par la température, la dilatation du verre, etc., étaient identiques pour chaque série d'essais. Au moyen de cet appareil, j'ai expérimenté : 1° l'action des sels de manganèse; 2° l'action des sels de manganèse en présence d'une trace d'alcali; 3° les influences exercées sur la marche de l'oxydation par la présence de certaines substances.

» 1. *Sels de manganèse.* — On mettait 50^{cm^3} d'une solution d'acide gallique au $\frac{1}{1000}$ dans les ballons, on ajoutait le sel de manganèse dissous et, après agitation, on abandonnait l'appareil dans un local dont la température ne variait pas. En opérant sur des solutions d'acide gallique de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{20000}$ avec des doses de manganèse également variables, les volumes d'oxygène absorbés après 24 heures ne dépassaient pas $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de centimètre cube. La présence d'une petite quantité d'acide libre (acides sulfurique, chlorhydrique, oxalique et acétique) n'a pas favorisé l'absorption de l'oxygène.

» 2. *Influence d'un alcali.* — On sait que les sels de manganèse en présence d'un alcali se transforment à l'air en bioxyde. Cette transformation a lieu à des doses infinitésimales des deux réactifs, comme l'indique le tableau suivant. L'alcali lui-même agissant séparément comme agent d'oxydation sur la solution d'acide gallique, il a fallu évidemment tenir compte de cette action séparée. Dans ces essais, on mettait d'abord dans les ballons l'acide gallique en solution, puis le sel de manganèse, enfin l'alcali. (*Doses employées :* acide gallique 50^{cm^3} au $\frac{1}{1000}$; $MnCl^2$ 0,01; NaOH 0,01.)

Volumes d'oxygène exprimés en dixièmes de centimètre cube, absorbés par une solution d'acide gallique en présence de la soude seule ou de la soude et du manganèse.

Observations faites après :	Na OH.	Na OH + Mn Cl².	Mn Cl².
30 minutes	15	35	0
1 heure	25	42	3
2 heures	22	48	3
4 »	33	50	4
6 »	35	50	4
12 »	40	50	4

» En faisant varier la nature de l'alcali (soude, potasse), celle du sel de manganèse (chlorure, sulfate, acétate); celle du corps à oxyder (hydroquinone, pyrogallol, tanin), on a trouvé : 1° que l'accélération de l'oxydation est proportionnelle aux doses d'alcali; 2° que, pour une même dose d'alcali, l'augmentation du poids du manganèse devient nettement paralysante à partir d'une certaine limite, après avoir été activante; 3° que des doses infinitésimales de sels de manganèse deviennent actives en présence de traces d'alcali.

» 3. *Influences agissant sur la marche de l'oxydation.* — L'introduction dans les ballons de substances inertes, telles que le verre pilé, la porcelaine, le quartz, les métaux en poudre ou à l'état colloïdal, apportent une perturbation considérable dans la marche de l'oxydation en présence du manganèse, lorsqu'on la compare avec des essais

témoins. Cette constatation n'est pas sans importance car elle démontre que ces substances inertes peuvent jouer un rôle comme activant ou retardant dans les phénomènes d'oxydation, d'une manière analogue, dans un autre d'idées, à ce qui se passe pour le dégagement de l'acide carbonique de ses solutions aqueuses saturées. Les substances chimiques agissant sur l'un des réactifs en présence, sur la soude par exemple, se comportent comme paralysants; c'est une simple saturation et le ralentissement de l'oxydation ne présente aucun intérêt. Mais l'expérience établit que ce ralentissement peut avoir lieu à des doses si faibles que l'on ne peut plus, pour l'expliquer, invoquer seulement la saturation partielle de l'un des réactifs. Tel est le cas pour l'acide arsénique. En voici la démonstration :

Tableau indiquant l'influence paralysante de l'acide arsénique.
(Doses : ac. gallique 50^{cm^3} au $\frac{1}{1000}$; $MnCl^2$ 0,02; $NaOH$ 0,02.)

		Acide arsénique.		
Temps.	Témoins.	0,01.	0,001.	0,0001.
30 minutes	30	7	25	28
1 heure	42	7	25	30
2 »	45	15	30	30
4 »	45	20	30	32
6 »	48	20	30	35

» L'acide arsénique dilué au $\frac{1}{500000}$ a donc eu une action retardante.

» Le bichlorure de mercure, l'acide cyanhydrique, l'hydrogène sulfuré et d'autres substances agissant comme poisons de l'organisme, ont une action analogue sur la marche de l'oxydation, après avoir souvent provoqué au début une excitation très nette.

» Ces phénomènes de ralentissement dans l'oxydation des substances expérimentées peuvent être expliqués par des changements dans l'état de neutralisation du milieu et aussi, comme sembleraient l'indiquer des essais en cours, par l'entraînement mécanique des substances sous l'influence de la précipitation.

» Il se dégage de ces expériences que le manganèse, envisagé comme ferment métallique, demande, pour devenir actif, en se plaçant dans les conditions dans lesquelles j'ai opéré, que le milieu à oxyder contienne un alcali ou un sel alcalino-terreux. Pour la même quantité d'alcali, les doses croissantes de manganèse agissent comme paralysants; comme dans le cas des phénomènes diastasiques, la marche de la réaction peut être entravée par la présence de traces de certaines substances. On voit donc que le manganèse, pour produire son maximum d'effet dans un milieu en un temps donné, doit réunir tout un ensemble de conditions. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Alcoylation systématique de l'arsenic.* Note de M. V. **Auger**, présentée par M. H. Moissan.

« On ne connaît jusqu'ici aucun procédé permettant d'introduire, à volonté, 1, 2 ou 3 groupes alcoylés sur la molécule de l'arsenic. D'une part, la méthode de Cahours ([1]), qui consiste à chauffer le métalloïde avec un iodure alcoolique, fournit immédiatement un mélange de dérivés tri- et tétrasubstitués, et, d'autre part, la réaction de Meyer ([2]) semblait jusqu'ici ne pouvoir fournir qu'un seul produit : le méthylarsinate de sodium. C'est cependant en généralisant cette dernière réaction que l'on peut arriver à introduire systématiquement des groupes alcooliques dans l'arsenic.

» *Voici le principe de la méthode* : Considérons d'abord la réaction de Meyer; elle consiste à mettre en contact, en présence d'alcool, l'arsénite tri-sodique AsO^3Na^3 avec l'iodure de méthyle : la réaction a lieu suivant $AsO^3Na^3 + ICH^3 = CH^3.AsO^3Na^2 + NaI$. L'arsénite est donc passé, pendant la réaction, à l'état de méthylarsinate, et, de trivalent, est devenu pentavalent. Il est extrêmement vraisemblable que le processus est le suivant : l'arsénite normal $As \begin{smallmatrix} \diagup ONa \\ -ONa \\ \diagdown ONa \end{smallmatrix}$ prend la forme tautomère $Na-As \begin{smallmatrix} /\!\!/ O \\ -ONa \\ \diagdown ONa \end{smallmatrix}$, et échange alors son atome de sodium relié à l'arsenic, contre le groupe méthyle, en donnant le méthylarsinate $CH^3-As \begin{smallmatrix} /\!\!/ O \\ -ONa \\ \diagdown ONa \end{smallmatrix}$. Si nous appliquons cette réaction à la molécule déjà monométhylée, nous devons d'abord réduire l'acide méthylarsénique pour rendre l'arsenic trivalent :

$$CH^3.As = O.$$

L'oxyde de méthylarsine possède deux fonctions très faiblement basiques et fournit, avec deux molécules de soude, le sel : $CH^3.As \begin{smallmatrix} \diagup ONa \\ \diagdown ONa \end{smallmatrix}$ dont la forme tautomère est : $CH^3.As \begin{smallmatrix} /\!\!/ O \\ -ONa \\ \diagdown Na \end{smallmatrix}$. Il réagit alors facilement sur une

---

([1]) Cahours, *An. chem. Pharm. Lieb.*, t. CXXII, p. 192.
([2]) G. Meyer, *Ber. chem. Gesell.*, t. XVI, p. 1440.

molécule d'iodure de méthyle d'après :

$$CH^3AsO^2Na^2 + ICH^3 = (CH^3)^2 = As\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown ONa\end{matrix} + NaI.$$

» L'acide cacodylique ou diméthylarsinique, ainsi obtenu, est susceptible de subir une troisième méthylation en employant la même série de réactions; il suffit de le réduire pour le faire passer à l'état d'oxyde de cacodyle $(CH^3)^2 = As - O - As = (CH^3)^2$ et de traiter ce dernier, en solution alcoolique, par la soude et l'iodure de méthyle, pour obtenir, d'après

$$(CH^3)^2 = As - ONa \quad \text{ou} \quad (CH^3)^2 = As\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown Na\end{matrix} + ICH^3 = (CH^3)^3 \equiv As = O,$$

l'oxyde de triméthylarsine. J'ai constaté que, dans toutes ces réactions, il est possible de remplacer l'iodure de méthyle par l'iodure d'éthyle; il y a lieu de penser qu'il en sera de même pour d'autres iodures homologues.

» Voici quelques détails succincts des manipulations.

» *Réduction du méthylarsinate de sodium.* — Le sel disodique est dissous dans la quantité minimum d'eau, à tiède; on y introduit, à froid, un excès de gaz sulfureux, puis on porte le liquide à l'ébullition au réfrigérant ascendant, pour terminer la réaction. Celle-ci a lieu quantitativement suivant $CH^3AsO^3Na^2 + SO^2 = CH^3AsO + SO^4Na^2$. Le liquide obtenu est alors additionné d'une petite quantité de carbonate de sodium, afin de neutraliser les dernières traces d'acide sulfureux, puis évaporé à sec, dans le vide, au bain-marie. La masse obtenue est épuisée à plusieurs reprises par le benzène bouillant qui dissout l'oxyde de méthylarsine. Après évaporation du solvant, on obtient celui-ci en gros cristaux incolores fusibles à 95°.

» L'acide méthylarsinique *pur* n'est pas réduit, dans ces conditions, par le gaz sulfureux. Par contre, la réduction a lieu aussitôt qu'on ajoute à celui-ci une trace d'un iodure. En employant le méthylarsinate de calcium en suspension dans l'eau, on obtient, par traitement au gaz sulfureux, immédiatement une solution aqueuse, presque pure, d'oxyde, le sulfate de calcium formé restant insoluble.

» *Méthylation de l'oxyde de méthylarsine.* — 1^{mol} de l'oxyde est mise en dissolution dans l'alcool méthylique et additionnée de 2^{mol} de soude, puis, à froid, de 1^{mol} d'iodure de méthyle. Il se produit un échauffement notable de la solution; on termine au bain-marie, au réfrigérant ascendant, jusqu'à réaction neutre de la liqueur. Pour isoler le produit formé, il est nécessaire d'enlever l'iode; pour cela, on chasse l'alcool au bain-marie, et l'on additionne la solution aqueuse du résidu d'acide sulfurique dilué, puis d'azotite de sodium. L'iode se précipite; on filtre, on évapore à sec, après avoir saturé par le carbonate de sodium, et l'on reprend par l'alcool absolu. Le cacodylate de sodium se dissout seul, et on l'isole pur par cristallisation. L'acide cacodylique extrait de ce sel a montré tous les caractères de celui qu'on obtient par oxydation de l'oxyde de cacodyle. Il fondait à 200° et formait avec le nitrate d'argent le sel double cristal-

lisé : $(CH^3)^2AsO^2Ag, AgAzO^3$; pour l'identifier encore mieux, il a été transformé en sulfure de cacodyle fondant à 50°.

» Cette méthylation s'effectue avec une grande rapidité et semble plus facile que celle qui donne naissance au méthylarsinate de sodium.

» *Méthylation de l'oxyde de cacodyle.* — Cette opération a été effectuée exactement dans les mêmes conditions que la précédente. L'oxyde de méthylarsine formé a été isolé à l'état d'iodure $(CH^3)^3 \equiv As : I^2$.

» *Introduction du groupe éthyle.* — La réaction de Meyer effectuée avec de l'iodure d'éthyle se poursuit d'une façon bien moins nette qu'avec l'iodure de méthyle. Il se forme une assez forte quantité d'éther provenant de la saponification de l'iodure, et il est fort difficile de se débarrasser de l'oxiiodure d'arsenic qui accompagne le produit de la réaction. Cependant, après avoir enlevé l'iode avec le nitrate de sodium, on peut, après évaporation du liquide au bain-marie et reprise par l'alcool, isoler l'acide éthylarsinique, déjà obtenu par La Coste, par oxydation du chlorure d'éthylarsine.

» Je compte préparer, avec cet acide, l'acide méthyléthylarsinique, ainsi que d'autres acides mixtes alcoylés. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation de l'iode dans les sels halogénés alcalins d'avec le chlore et le brome, par sa transformation en acide iodique, et mode de préparation de l'iode pur.* Note de MM. **H. Baubigny** et **P. Rivals**, présentée par M. Troost.

« Si la méthode de précipitation de l'iode à l'état de sel cuivreux en présence des chlorures et bromures est susceptible d'exactitude, comme nous l'avons montré (Note du 9 novembre 1903), elle présente du moins un petit ennui pour la séparation ultérieure du Cl et du Br; c'est le volume d'eau fourni par les lavages et qu'il faut ensuite réduire par évaporation. Nous avons donc cherché s'il ne serait pas préférable, en profitant de l'oxydabilité de l'iode, de le transformer tout d'abord en acide iodique, corps stable et non volatil, puis de séparer successivement le brome et le chlore par distillation après leur mise en liberté, opération à laquelle ils se prêtent tous deux aisément. Cette méthode nous a donné d'excellents résultats; elle est de plus d'une pratique simple, puisque le permanganate, qui, d'après les indications de Péan de Saint-Gilles (1858) oxyde instantanément les iodures en iodates, est précisément le réactif qui nous sert à séparer le brome d'avec le chlore dans un mélange de chlorures et bromures additionné de $CuSO^4$, et à en retirer ensuite le chlore si l'on ajoute de l'acide sulfurique.

» On commence par alcaliniser la solution saline (¹) avec $0^g,5$ à 1^g de $CO^3Na^2 + 10H^2O$ et l'on ajoute ensuite le MnO^4K petit à petit, en solution saturée et chaude, jusqu'à ce que la liqueur reste colorée en rose. A ce moment on n'a plus que de l'acide iodique avec un dépôt de $2MnO^2, H^2O$. On met alors les quantités d'eau et de MnO^4K nécessaires pour ramener à la concentration voulue (²). Le permanganate dissous, on ajoute à froid le sel de cuivre, on ferme, on adapte le condensateur garni d'alcali et de sulfite et l'on aide à la dissolution du $CuSO^4$ en agitant doucement par le courant d'air. On chauffe finalement au bain-marie et l'on distille le brome. Cette opération terminée, on change le condensateur en ayant soin de rincer le tube abducteur et l'on distille le chlore en réchauffant après addition d'acide SO^4H^2 étendu de son volume d'eau et froid. L'acide HCl mis en liberté réagit sur l'acide permanganique et le Cl se dégage.

» L'iode resté en totalité comme acide iodique dans les eaux mères y est dosé sous forme de AgI, en réduisant après addition de AzO^3Ag par le gaz sulfureux. On termine en portant à l'ébullition le liquide acidulé par l'acide nitrique. S'il n'y avait qu'un seul élément, Cl ou Br, avec l'iode, on pourrait le séparer en traitant de suite la solution iodique par le mélange de MnO^4K et de SO^4H^2Ag. Nous donnons ici nos résultats.

Valeur en sel d'Ag de											
KI.	KBr.	NaCl.	$CO^3Na^2.10H^2O$ employé.	MnO^4K total.	$CuSO^4.5H^2O$ employé.	$SO^4H^2+H^2O$. $1^{vol}:1^{vol}$.	Vol. liquide.	Durée de distillation.	AgI trouvé.	AgBr trouvé.	AgCl trouvé.
g	g		g	g	g		cm³	h m	g	g	
0,0848	0,2148	″	0,5	0,70	15	″	90	1.15	0,0849	0,2147	″
0,2138	0,0837	″	0,5	0,65	12	″	75	1.15	0,2137	0,0832	″
0,2138	″	g 0,5860	0,5	1,00	″	cm³ 20	110	1.00	0,2134	″	g 0,5865
0,4276	″	0,0385	1,0	1,40	″	20	90	1.00	0,4274	″	0,0382
0,0427	0,2148	0,0385	1,0	0,80	16	20	100	$1^h 20^m + 1^h$	0,0428	0,2151	0,0390
0,2138	0,0837	0,2946	1,0	$(0^g,3 + 0^g,7)$	16	15	105	$1^h + 1^h 20^m$	0,2141	0,0843	0,2950

» Nous ferons remarquer que, en liqueur acide et chaude, une notable proportion de bioxyde de manganèse accélère la décomposition de MnO^4H, comme l'ont signalé déjà quelques auteurs. Quand cette circonstance se présente à la suite de l'oxydation d'une forte quantité d'iode, il n'y a qu'à augmenter la proportion de SO^4H^2 et de MnO^4K pour la séparation du chlore.

» Si l'on ne voulait que doser l'iode ou déterminer la somme des impuretés Cl et Br qui existent dans un iodure, dans ce cas encore, aussitôt après la transformation en acide iodique, on enlève ensemble le Cl et le Br à l'aide du courant d'air à chaud après addition d'acide sulfurique et d'un excès de MnO^4K, en ne les recueillant que si l'on veut les titrer comme impuretés.

(¹) Cette addition est indispensable, sinon on constate toujours un leger déficit dans le dosage de l'iode, par suite peut-être de la mise en liberté d'un peu d'iode au début et qui échappe à l'oxydation.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 527 et 609.

» Préparation de l'iode pur. — Ce mode analytique nous a permis, en le combinant à une propriété remarquable des iodates, d'établir un procédé de préparation de l'iode pur.

» En liqueur *neutre*, les iodates, comme nous l'avons constaté, sont réduits à la température ordinaire et plus rapidement encore à chaud par les sulfites alcalins. On peut donc, après avoir chassé le chlore et le brome d'une solution d'acide iodique, y ramener l'iode à l'état d'iodure. Il suffit de neutraliser le liquide par un alcali, soude ou potasse, puis de chauffer à 100° pendant quelques heures avec un excès de sulfite de soude *neutre*, qui décompose en même temps ce qui reste de permanganate. La réduction terminée, on traite par le nitrate de baryum qui précipite la totalité des acides sulfurique et sulfureux, comme le prouve un essai fait avec une solution de sulfite neutre. Après avoir filtré la liqueur, on la retraite par un peu d'acide sulfurique étendu pour en séparer l'excès de baryte, et l'on filtre une seconde fois.

» L'iodure ainsi obtenu ne renferme que du sulfate alcalin et est exempt de chlore, si l'on a eu soin de contrôler la pureté des divers réactifs employés.

» Or, si, au lieu de réduire la totalité de l'acide iodique, on réserve le sixième de la liqueur, et qu'après y avoir détruit le MnO^4K par une addition ménagée d'alcool ou d'éther pur, dont le surplus est chassé ensuite par une ébullition prolongée, on mélange à froid et après filtration cette solution d'acide iodique avec la partie qui a été réduite, tout l'iode se sépare selon l'observation de Gay-Lussac (1814), par l'action de l'acide SO^4H^2 en présence :

$$IO^3H + 5HI = 3H^2O + 3I^2.$$

» Qu'on filtre, lave, sèche et sublime comme d'usage, on a de l'iode parfaitement *pur* et rigoureusement exempt de chlore, brome et iodure de cyanogène.

» Dans la réduction de l'iodate par le sulfite, on doit opérer en liqueur neutre; car, même à 100°, un excès d'alcali ralentit la réduction et d'autant plus énergiquement que la liqueur est plus alcaline. En outre, il est bon de chauffer dans une atmosphère limitée, comme celle d'un ballon mal bouché, parce qu'en solution et à l'air les sulfites s'oxydent assez vite.

» Les bromates se comportent *identiquement* comme les iodates vis-à-vis des sulfites alcalins, tandis que les chlorates en solution *neutre* ou alcaline *même à* 100° sont entièrement irréductibles. C'est une propriété que nous avons utilisée pour le dosage des chlorates en présence des bromates et des iodates. »

MÉTALLURGIE. — *Étude microscopique de bronzes préhistoriques de la Charente.* Note de M. G. CHESNEAU, présentée par M. Adolphe Carnot.

« J'ai montré précédemment [1] que la détermination précise des éléments contenus à l'état de traces dans les bronzes anciens peut fournir des données sur la similitude ou la différence d'origine des métaux qui les composent. Il m'a paru intéressant de complèter ces résultats par l'étude microscopique de ces alliages, qui, en permettant de reconstituer jusqu'à un certain point les procédés de fabrication employés, peut être non moins féconde que l'analyse chimique en indications sur la provenance ou l'époque relative des bronzes anciens.

» Mon examen a porté sur la hache à douille de la cachette de Venat, dont j'ai déjà donné l'analyse, et sur une grande hache à talon, que je dois également à l'extrême obligeance de M. Chauvet et qui provient de la cachette de Biarge (commune de Chassiecq, arrondissement de Confolens) découverte en 1896 [2]. On admet que dans la période de l'âge de bronze les haches à douille sont les plus récentes, et les haches à talon les plus anciennes : c'est donc sur deux types d'époques aussi distantes que possible qu'ont porté les études résumées ci-après montrant que leur mode de fabrication a été tout à fait différent.

» On sait depuis les travaux de M. H. Le Chatelier et de M. G. Charpy (*Bull. de la Société d'Encouragement*, 1896 à 1898) que les bronzes normaux contenant de 8 à 20 pour 100 d'étain, polis à l'alumine et légèrement attaqués (au chlorure d'ammonium, par exemple), présentent un réseau de cristallites de cuivre, ou d'alliage riche en cuivre, souvent visibles à la loupe, se détachant en brun foncé sur un fond clair constitué par l'eutectique, plus riche en étain que les cristallites. L'eutectique est formé lui-même de grains accolés, de grosseur variable, atteignant parfois plusieurs millimètres, dont la structure cristalline est révélée par une

---

[1] G. CHESNEAU, *Sur la composition de bronzes préhistoriques de la Charente* (*Comptes rendus*, 27 octobre 1903, p. 653).

[2] Pour 100 parties, elle contient, d'après l'analyse que j'en ai faite : cuivre, 84,87; étain, 13,57; plomb, 0,42; fer, 0,05; nickel, 0,46; soufre, 0,27; arsenic, 0,28; phosphore, 0,005.

attaque énergique (acide azotique, ammoniaque concentrée) qui fait apparaître des stries parallèles dans chaque grain donnant l'aspect connu du *moiré métallique*.

» *Hache de Venat*. — Les coupes faites dans cette hache (à 10,74 pour 100 d'étain) ont toutes donné une structure très différente des bronzes normaux. Simplement polies, elles présentent de nombreuses soufflures bleu noirâtre, abondantes surtout au centre du lingot, et de petites inclusions d'un alliage bleu pâle, dues sans doute les unes et les autres au plomb liquaté dans l'eutectique. Par attaque au chlorure d'ammonium, la surface se teinte irrégulièrement en brun sans apparence de cristallites, comme le montre la figure 1 ci-dessous (obtenue avec le microscope Le Chatelier, grossissement 90 diamètres), où plusieurs soufflures se détachent en noir. Par attaque à l'acide azotique la surface prend un aspect cristallin confus, sans moiré métallique.

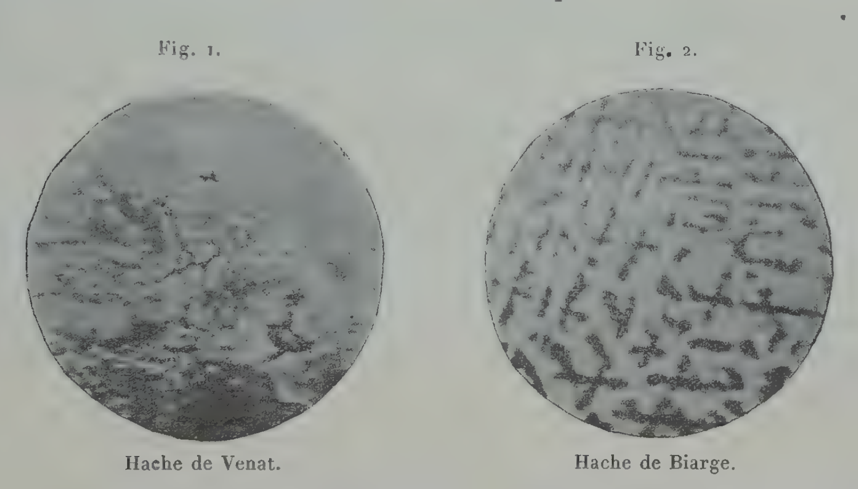


Fig. 1. Hache de Venat.

Fig. 2. Hache de Biarge.

» La surface de la hache montrant des traces très nettes de martelage, j'ai pensé que l'aspect spécial de ces coupes tenait à un recuit prolongé ou fréquemment répété destiné à permettre ce martelage. Des éprouvettes de bronze de même composition, soumises à des recuits de plus en plus longs, à 725°, m'ont montré en effet que les cristallites s'empâtent fortement après un recuit de 15 minutes, puis envahissent peu à peu l'eutectique et ne sont plus discernables au bout de 1 heure : l'aspect est alors identique à la hache de Venat, y compris les soufflures au centre du lingot ayant pour origine les inclusions plombeuses. Ce résultat est dû au dédoublement progressif de l'eutectique en deux alliages, l'un riche en cuivre,

l'autre en étain, comme l'ont établi les études récentes sur les bronzes de MM. Heycock et Neville. Le métal même de la hache refondu m'a donné d'ailleurs un bronze normal à cristallites, qui, recuit pendant 1 heure, a reproduit exactement l'aspect de la hache primitive.

» Il est donc hors de doute que la hache de Venat a été soumise à un recuit très prolongé à haute température, combiné avec le martelage [1]. Ce traitement avait pour but de durcir le métal : en effet, sa dureté appréciée par la méthode Brinell (enfoncement par pression de 1000^{kg} d'une petite bille en acier de 10^{mm} dans le métal) a été trouvée nettement supérieure à celle du même bronze refondu sans recuit (dans le rapport de 1,3 à 1).

» *Hache de Biarge.* — Toutes les coupes ont donné l'aspect d'un bronze normal à cristallites très marquées, comme le montre la figure 2 ci-dessus, les cristallites restant rectilignes jusqu'au tranchant. L'attaque à l'acide azotique a nettement donné un moiré métallique à petits grains. L'arme, dont le tranchant ébréché dénote un long service, n'a donc subi ni recuit, ni martelage : malgré cela sa dureté atteint celle de la hache de Venat par suite probablement de sa plus forte teneur en étain.

» Il semble donc ressortir de l'étude microscopique de ces deux bronzes d'époques très différentes que, tout au moins dans la région de la Charente, les haches venues de fonte étaient utilisées telles quelles au début de l'âge de bronze, tandis que plus tard, les procédés de fabrication s'étant perfectionnés, les métallurgistes soumettaient les pièces après démoulage à de forts recuits combinés avec le martelage, en vue sans doute d'accroître la dureté du métal. »

ZOOLOGIE. — *Sur la ponte du* Bombyx Mori. Note de M. **Jules Gal.**

« Fécondées ou non, les femelles de *Bombyx Mori* procèdent à la ponte; leurs œufs sont bons quand elles ont été fécondées, ils ne se développent pas dans le cas contraire. Si, au lieu de laisser se produire l'accouplement complet, on en limite plus ou moins la durée, on voit diminuer régulièrement de 100 à 0 le pourcentage des *graines* fécondes obtenues. Ces faits

---

(1) Ce recuit a dû être beaucoup plus énergique que dans l'épée de bronze étudiée par M. Osmond (*Comptes rendus*, 29 décembre 1902, p. 1342), où le réseau cristallitique primitif était encore nettement visible.

sont connus depuis longtemps, mais on sait moins bien comment, dans ces divers cas, varie le processus de la ponte.

» D'après Cornalia (*Bull. stat. séricicole de Montpellier*, 1875), « lorsque » l'accouplement a eu son plein effet, la ponte s'accélère et se fait com- » munément le premier ou le deuxième jour »; après un accouplement de 15 minutes, insuffisant pour une fécondation complète, « le papillon ne » pond pas dans les premiers jours; le nombre des œufs augmente du » deuxième au cinquième jour, celui-ci étant le jour où la ponte se ter- » mine ». Cornalia ne rapportant que des observations relatives à des accouplements de 15 minutes, 30 minutes et 1 heure, j'ai voulu compléter ses résultats en étudiant l'effet d'accouplements de plus faible durée et surtout en étudiant la ponte des femelles vierges.

» I. *Femelles fécondées.* — Neuf femelles ont été accouplées pendant 2 heures au moins, assez longtemps pour que leurs graines fussent toutes fécondées. J'ai compté, jour par jour, les nombres des graines émises. Ces nombres étant portés en ordonnées et les jours en abscisses, on obtient des courbes, une pour chaque ponte, qui ont toutes la même allure. En établissant la moyenne de ces courbes on trouve que les nombres moyens de graines émises ont été pour les périodes de 24 heures successives :

392, 98, 29, 24, 8, 1, 0,

ce qui donne une courbe commençant très haut et descendant très vite, tout à fait conforme aux conclusions de Cornalia.

» II. *Femelles insuffisamment accouplées.* — D'autres femelles ont été accouplées pendant des temps variant de 30 secondes à 45 minutes et plus. On sait depuis longtemps qu'un accouplement minimum de 45 minutes est nécessaire pour que les graines soient toutes bonnes; or, il faut précisément le même temps pour que la courbe des vitesses de ponte prenne la forme descendante de la première série. Pour un accouplement de durée moindre, les résultats sont différents. Voici comme exemple la ponte d'une femelle accouplée 10 minutes :

90, 140, 182, 179, 62, 0.

» La courbe s'élève conformément aux indications de Cornalia; mais, après avoir passé par un maximum, le troisième jour, elle redescend ensuite.

» III. *Femelles vierges.* — Enfin, j'ai étudié comme les précédentes 22 femelles vierges, toutes sorties de cocons isolés, et logées séparément dans des boîtes closes. Les courbes construites pour chaque femelle ont même allure, ce qui autorise à en prendre la moyenne; on obtient ainsi les nombres moyens des graines comptées jour par jour depuis le commencement de la ponte jusqu'à la fin :

11, 45, 57, 97, 91, 115, 42, 42, 46, 20, 1, 0

» Ces nombres correspondent à une courbe qui croît d'abord, passe par un maximum, le 6e jour, et décroît ensuite.

» C'est là un résultat nouveau. Il est intéressant de tracer sur une même feuille la courbe de la 3e série (femelles vierges), celle de la 1re série (femelles fécondées) et les diverses courbes qui correspondent à des accouplements plus ou moins limités. Celles-ci, intermédiaires entre les deux courbes extrêmes, se déforment régulièrement et passent de l'une à l'autre par une avance du maximum de la vitesse de ponte, correspondant à une plus grande durée de l'acte qui assure la fécondité.

» *En somme*, tout concourt à faciliter pour le mieux la conservation de l'espèce. Les graines fécondées sont émises très vite, mais les graines non fécondées sont retenues plus longtemps dans l'attente d'un accouplement possible qui les rendrait bonnes. On a vu que l'accouplement, pour produire tout son effet, doit durer un certain temps, 45 minutes environ ; or c'est là précisément le temps nécessaire pour que la femelle cesse de retenir ses graines et les ponde sans retard.

» Les observations suivantes viennent à l'appui de celles qui précèdent. La femelle fécondée pond ses œufs très vite. Son rôle étant achevé, elle n'a plus qu'à disparaître, de sorte que son existence est plus courte que celle de la femelle non fécondée, qui semble vivre dans l'attente d'un accouplement. Dans mes expériences, la durée moyenne de la vie, après la sortie du cocon, a été :

	Jours.
1re série (accouplement prolongé)	9,3
2e » (accouplement réduit)	10,1
3e » (femelles vierges)	11,3

ZOOLOGIE. — *Sur la ponte, la fécondité et la sexualité chez des poules carnivores.* Note de M. Frédéric Houssay.

« Pour toutes les poules qui vont être comparées entre elles, il sera question de la ponte pendant leur première année seulement. Le Tableau suivant résume les résultats moyens pour un animal en observation ;

Générations.	Nombre des œufs.	Poids.	Poids moyen de l'œuf.
Granivore	97	5kg,360	55g
1re Carnivore	148	8,674	58
2e »	167	10,270	61
3e »	145	8,426	58

» Donc l'accroissement qui se manifeste par le changement de régime tant pour le nombre que pour le poids des œufs ne se poursuit pas indéfiniment. Je pense même

que, si l'expérience peut continuer, on verra progresser la baisse qui s'annonce. Pour toucher en passant aux applications pratiques, on augmenterait le rendement des poules en ajoutant à leur alimentation une forte proportion de déchets de viande fraîche, puisque j'ai pu les nourrir exclusivement ainsi; mais il y aurait intérêt à prendre chaque année de nouveaux sujets et à ne pas mettre en incubation les œufs des animaux ainsi suralimentés.

» Voici les résultats des incubations que, pour obtenir une quatrième génération, j'ai préparées l'été dernier dans des conditions normales, c'est-à-dire avec des poules couveuses.

Début de l'incubation.	Nombre des œufs.	Développements.	Éclosions.
4 mai	12	4	Abandonnés.
23 »	13	4	3
2 juin	12	3	3
17 »	12	2	1
1er juillet	16	1	0
21 »	15	0	0
	80	14	7

» Le rapport des insuccès aux succès est à peu près l'inverse de ce qu'il est habituellement. De plus, sur les 7 poussins, il y avait 6 mâles et 1 seule femelle. 2 mâles moururent tout jeunes, à 7 jours et 11 jours; les 5 survivants provenaient tous de la même poule qui, fait notable, excrétait avec son coq beaucoup plus d'urée que les autres. Une élimination plus copieuse assurait à son organisme une moindre intoxication et retardait l'infécondité. Inutile d'ajouter que la fécondation physiologique avait lieu et que les coqs étaient morphologiquement féconds, ainsi que les poules, puisqu'elles pondaient beaucoup.

» Ces expériences suggèrent d'importantes conclusions et, sans vouloir les généraliser plus qu'il ne convient, faisons cependant remarquer : 1° l'hérédité des intoxications alimentaires et l'incontestable action sur le germe des modifications acquises par l'organisme en raison du régime, l'influence du *soma* sur le *germen*, 2° la liaison de l'auto-intoxication chez les procréateurs avec l'infécondité totale, les arrêts de développement et la mort précoce des produits, 3° l'accentuation des résultats de semaine en semaine, c'est-à-dire à mesure que l'intoxication fait son œuvre sur les organismes procréateurs adultes, 4° enfin, l'excessive proportion des mâles.

» Parmi les faits quelque peu nets relatifs au déterminisme du sexe mâle, on relève les conditions précaires de l'alimentation et l'on entend ainsi l'inanition plus ou moins marquée; il faut y ajouter l'intoxication. Ces deux facteurs, qui influent de la même façon sur les courbes de croissance, jouent aussi le même rôle dans le déterminisme de la sexualité.

» Il est à remarquer, de plus, que les 4 coqs de ma quatrième génération carnivore vivent depuis 5 mois avec 1 seule poule en parfaite intelligence et dans un calme absolu. Dans les conditions ordinaires, ils se seraient, depuis plus de 3 mois, livré des combats mortels et il n'y aurait qu'un survivant. Le dimorphisme sexuel organique que j'ai signalé dans les poules granivores et dans les deux premières générations carnivores est presque supprimé à la troisième, et l'incombativité sexuelle qui se révèle à la quatrième accentue la réduction. Ce fait apporte une information supplémentaire pour l'important problème du passage de la polygamie à la polyandrie, passage dont les divers degrés sont la monogamie avec égalité numérique des mâles et des femelles, l'hermaphroditisme qui est la suppression du dimorphisme sexuel, le pigméisme des mâles plus nombreux que les femelles avec renversement du dimorphisme sexuel : les deux dernières conditions survenant chez les animaux fixés et chez les parasites.

» Il se peut que l'intoxication générale des germes dans ces êtres immobiles et surnourris soit un important facteur de la pluralité des mâles et de l'arrêt ordinaire de leur développement. Dans ces complexes événements, il est, au reste, probable qu'il n'y a pas une seule cause en jeu. »

ZOOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'exophtalmie infectieuse de certains poissons d'eau douce.* Note de M. **J. Audigé**, présentée par M. Alfred Giard.

« Une infection microbienne, d'une nature particulière, et qui n'a pas encore été décrite, du moins à ma connaissance, s'est déclarée pendant le courant du mois d'août, à la Station de pisciculture de l'Université de Toulouse. Elle se caractérise essentiellement, en tant que caractères extérieurs, par une exophtalmie parvenant à des proportions considérables.

» Les animaux atteints par la maladie offrent un aspect curieux. L'un des yeux, car il n'a été constaté que des cas d'exophtalmie unilatérale frappant aussi bien le côté droit que le côté gauche, atteint des dimensions de quatre à six fois supérieures à la normale. Dans ces conditions, l'orbite devient insuffisant pour contenir l'organe de la vision. Celui-ci fait fortement saillie à l'extérieur, donnant à la tête du poisson une allure asymétrique des plus nettes. Les sujets se tiennent à demi couchés sur le flanc, l'œil exophtalmié tourné vers le haut. Ils semblent rechercher les lieux obscurs; ils restent immobiles, ne prennent plus de nourriture. La coloration des téguments devient plus foncée.

» L'affection s'est développée de préférence chez les saumons de Californie (*Oncorhynchus Quinnat* Günth), mais a frappé aussi quelques autres espèces (*Idus orfus* Cuv. et Val, *Squalius cephalus* L.). L'âge des poissons semble peu influer sur la propagation de la maladie. Les plus jeunes, ainsi que les plus gros, subissent ses atteintes.

» La contagiosité de l'affection paraît évidente. L'agent pathogène semble pouvoir être véhiculé par divers milieux extérieurs. Des animaux sains ont été contaminés pour avoir été placés dans des bacs ayant contenu antérieurement des animaux malades ; de la viande, réduite en purée au moyen d'un appareil souillé par de l'eau suspecte, a disséminé la maladie dans des bassins jusque-là indemnes.

» Des sections, pratiquées dans des yeux prélevés sur des animaux malades, montrent que l'humeur vitrée a considérablement augmenté de volume. Elle distend les enveloppes de l'œil, et c'est à son accroissement qu'il faut attribuer la forte saillie exorbitaire. La chambre antérieure de l'œil renferme le plus souvent un liquide sanguinolent ; elle subit de ce fait une légère amplification.

» L'examen microscopique, pratiqué suivant les méthodes habituelles de la bactériologie, permet de constater, dans l'humeur vitrée, la présence de microorganismes affectant la forme, soit de bâtonnets, soit de grains arrondis. Tous ont une teinte brune accentuée. Les bâtonnets mesurent $2^{\mu},5$ à 1^{μ} de long, sur $0^{\mu},30$ à $0^{\mu},35$ de large. Ils prennent peu facilement les couleurs nucléaires et se décolorent par la méthode de Gram. Les éléments ronds mesurent de $0^{\mu},80$ à $0^{\mu},90$ de diamètre. Ils prennent plus fortement que les précédents les couleurs nucléaires. Ces éléments ne se retrouvent pas dans l'humeur vitrée d'yeux sains.

» L'évolution de la maladie est généralement assez rapide. Le plus souvent les poissons succombent dans l'espace de 8 à 10 jours. Cependant, un petit nombre échappe à la mort. On peut constater que, chez ces derniers, au bout d'une dizaine de jours, l'œil atteint devient opaque, la cornée et le cristallin prennent une teinte laiteuse.

» Il est à remarquer que, si l'on maintient dans l'obscurité des sujets atteints d'exophtalmie, ceux-ci ne meurent pas, mais l'œil atteint devient opaque, comme chez ceux dont la guérison est spontanée.

» La maladie est parvenue à son maximum pendant les mois les plus chauds; depuis le début de l'automne, ses progrès vont en diminuant. Actuellement, le nombre des individus attaqués est fort restreint. Sans doute, la contagiosité de cette affection est-elle facilitée par la chaleur et enrayée par le froid.

» Je n'ai point constaté de lésions autres que celles des yeux et ne puis

expliquer encore la cause réelle du dépérissement des sujets atteints. Des recherches complémentaires expérimentales seront poursuivies ultérieurement. »

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude cytologique des Ascomycètes.* Note de M. **Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Nous avons continué nos recherches sur l'épiplasme des Ascomycètes sur un grand nombre d'espèces et les résultats obtenus confirment ceux que nous avions signalés dans de précédentes Notes.

» Les corpuscules métachromatiques sont très répandus dans l'épiplasme et se comportent décidément comme des matières de réserve. Ils naissent souvent au voisinage du noyau dans les cellules mères des asques et il ne serait pas impossible que ce dernier ait un rôle indirect dans leur sécrétion, mais rien ne permet de l'affirmer, car le noyau, qui ne subit aucune variation de structure pendant tout le développement, ne donne pas d'indication de son intervention dans ce phénomène. Quelques espèces ne renferment pas de corpuscules métachromatiques, mais, par contre, elles donnent lieu à d'abondantes productions de globules d'huile de réserve (*Leotia lubrica, Otidea onotica, Seboria equinoplidus*). Ce sont surtout les espèces dépourvues de corpuscules métachromatiques qui sont les plus riches en huile; néanmoins, les deux productions peuvent coexister abondamment : c'est le cas des Helvelles (*H. sulcata, H. elastica*), dans lesquels on observe à la fois, outre le glycogène, une grande quantité de corpuscules métachromatiques et de globules d'huile. Ces dernières naissent dans les mêmes conditions que les corpuscules métachromatiques et souvent au voisinage du noyau. Le glycogène se rencontre dans la plupart des espèces, mais il n'est pas non plus constant. En dehors de ces différents produits, on remarque dans *Peziza vesiculosa,* dans *P. venosa* et dans les Aleuriées, à la partie supérieure de chaque asque, un anneau d'amyloïde qui est considéré ordinairement comme une réserve. Nos observations établissent, à l'encontre de cette opinion, que cet anneau résulte d'une transformation de la membrane, nécessaire à l'ouverture de l'opercule, car, c'est suivant la ligne médiane de cet anneau que s'effectue la déhiscence, et il persiste après l'élimination des spores.

» Cette étude nous a donné l'occasion d'étudier la formation des cellules mères des asques.

» Elle s'accomplit dans toutes les espèces observées (Aleuriées, Helvellinées, *Ascobolus marginatus, Ot. onotica*) suivant le mode décrit par M. Dangeard dans *P. vesiculosa,* sauf dans une Pezize ressemblant extérieurement à l'*Al. cerea*, dont nous n'avions malheureusement que des échantillons trop jeunes pour permettre sa détermination, où les cellules mères naissent d'un filament à quatre noyaux accolés par

paires : une cloison sépare bientôt ce filament en deux cellules binucléées dont la supérieure fusionne ses noyaux et devient la cellule mère d'un asque. Ce procédé est analogue à celui que vient de signaler M. Maire dans *Galactinia succosa* et rappelle le développement des basides.

» Nous avons, en outre, suivi les divisions nucléaires qui s'accomplissent dans les cellules mères avant la formation des spores, dans *Al. cerea, Ot. onotica*, *P. Cortinus* et *P. rutilans*.

» Dans les trois premières espèces, elle s'effectue par une karyokinèse analogue à celles décrites par Harper. La membrane persiste jusqu'à la fin de l'anaphase. Il se forme, à la prophase, un fuseau achromatique traversant le noyau ; il renferme les chromosomes à son équateur et est relié à chaque pôle à un centrosome entouré d'un aster plus ou moins difficile à différencier. Les centrosomes semblent avoir une origine intranucléaire. Au début de l'anaphase, les chromosomes se disposent aux deux pôles du fuseau et l'on peut, à ce moment, essayer de compter leur nombre qui, dans *Al. cerea,* paraît être de 8 et qui, en tout cas, est très voisin de ce nombre. Dans *P. Cortinus*, il est supérieur à 8 et plus rapproché de 12. Ensuite, les chromosomes se soudent en une masse unique à chaque pôle, puis le faisceau s'allonge en même temps que la membrane se résorbe. Le nucléole subsiste pendant tout le phénomène. Dans *Al. cerea,* la première division se fait suivant l'axe longitudinal de la cellule; dans les deux autres, elle se produit obliquement par rapport à cet axe. Les divisions suivantes s'accomplissent dans des directions variables. Les spores se délimitent, comme l'a indiqué Harper, par recourbement des asters autour du noyau.

» Dans *Peziza rutilans,* on observe une karyokinèse assez différente des précédentes et qui offre des figures beaucoup plus volumineuses. Cette espèce renferme un gros noyau rempli de chromatine. Dans le début de la prophase, certaines figures pourraient faire penser à l'existence de protochromosomes. Le fuseau achromatique se forme aux dépens du noyau : il laisse distinguer assez nettement sa striation. Dès la fin de la prophase, la membrane disparaît. Les chromosomes sont rangés au milieu du fuseau ; ils sont très gros. A l'anaphase, ils se disposent aux deux pôles et leur nombre paraît être de 12 ; ensuite, ils se rapprochent les uns des autres et se recourbent en U, donnant des figures assez nettes du stade diastroïde ; en même temps, le fuseau s'allonge beaucoup. On voit alors apparaître, autour des deux masses chromatiques, une membrane qui délimite les deux nouveaux noyaux. Le nucléole persiste pendant tout le phénomène. Nous n'avons pu mettre en évidence ni centrosomes, ni asters. »

GÉOLOGIE. — *Sur la synthèse géologique des Alpes orientales.* Note de M. PIERRE TERMIER, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Aucune synthèse satisfaisante n'a encore été proposée pour la structure géologique des Alpes orientales. Les travaux de détail sont très nom-

breux, et quelques-uns très parfaits (¹); mais, malgré de récents essais de coordination (MM. Diener, Frech, Rothpletz), les relations mutuelles de la zone calcaire septentrionale et de la zone cristalline centrale sont restées inexpliquées. Dans le dernier Livre de M. Diener (²), où l'état actuel de nos connaissances est si clairement présenté, il est visible que la structure de la zone centrale demeure imprécise, sinon chaotique. Dans ce dédale de massifs et de vallées, le fil conducteur manque.

» J'ai résumé dans deux Notes précédentes les observations (³) qui m'ont convaincu de la complexité de la *Schieferhülle* des Hohe Tauern (complexité soupçonnée, il y a treize ans, par M. E. Suess); et j'ai dit que cette *Schieferhülle* n'est qu'un paquet d'*écailles*, ou de *nappes*, dans les déchirures duquel apparaissent les massifs granito-gneissiques d'âge permo-houiller. Si l'on admet cette première conclusion, qui me paraît nécessaire et évidente, la lumière se fait partout, la *Zentralzone* sort du chaos, la liaison des Alpes orientales et des Alpes suisses devient claire. C'est comme si, sur la chaîne entière des Alpes, le brouillard se dissipait tout à coup.

» Ce que j'ai dit des Tauern occidentales est vrai aussi des Tauern orientales, jusqu'au Hochalmmassiv inclusivement. Sur une longueur totale de 150^{km}, une écaille profonde, formée de gneiss et de granites permo-houillers, apparaît, dans cinq massifs isolés, à travers cinq *fenêtres* de la *Schieferhülle*.

» Les nappes de la *Schieferhülle* s'enfoncent : à l'est, sous les *vieux gneiss* de la Bundschuhmasse ; au nord-est, au nord et au nord-ouest, sous une série d'écailles où apparaissent, avec du Trias et du Lias, du Verrucano, et même du Houiller peu métamorphique (Brenner); à l'ouest, enfin, sous les *vieux gneiss* de l'Œtztal. Ces nappes de la *Schieferhülle s'enracinent* immédiatement au sud des Hohe Tauern.

» Les nappes qui sont posées sur la *Schieferhülle* comprennent les écailles des Radstädter Tauern et des Tribulaun, les *vieux gneiss* de la Bundschuhmasse et de l'Œtztal, les phyllites du Pinzgau, et les grauwackes de Kitzbühl et de Dienten. Elles *s'enracinent*, ou *s'enracinaient*, dans la zone de *vieux gneiss* qui court au nord du Pustertal et du Gailtal (Kreuzeck, Deferegger, montagnes qui dominent l'Eisack entre Sterzing et Mauls). La continuation, au sud-ouest, de cette zone de racines, passe au sud de l'Ortler.

» La zone calcaire septentrionale tout entière, du Rhätikon à Wiener Neustadt, n'est qu'une nappe supérieure, peut-être complexe elle-même. Sur une longueur

(¹) En particulier, les travaux récents de MM. Becke, Berwerth, Grubenmann et Löwl.

(²) C. Diener, *Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes*. Vienne, 1903.

(³) Faites cet été en compagnie de M. le professeur F. Becke.

de 450^{km}, cette nappe est aujourd'hui séparée de ses racines; et la largeur de ce hiatus, de cette *fenêtre*, atteint 100^{km}. Les racines de cette nappe supérieure sont dans la *zone du Gailtal* et dans les plis verticaux qui continuent cette zone à l'ouest, par Sillian, Bruneck et le Penser Joch. Dès 1896, M. Haug proposait de rattacher la zone du Gailtal aux Alpes calcaires du nord, en raison des analogies de faciès: ce rattachement, peu compréhensible alors, s'explique maintenant.

» Les grauwackes de Kitzbühl et de Dienten, les phyllites du Pinzgau, les massifs de *vieux gneiss* de l'Œtztal et de la Silvretta, sont des lambeaux de nappes, isolés de leurs racines: et ces lambeaux immenses ont été, par le laminage, façonnés en lentilles. Ils reposent indifféremment sur les nappes de Radstadt et des Tribulaun, ou sur la nappe des *Schistes lustrés*. Quant aux Alpes cristallines à l'est de la Bundschuhmasse et de la Schladmingermasse, elles correspondent à une *carapace* de *vieux gneiss*, sur laquelle traînent des lambeaux de terrains paléozoïques et mésozoïques, et sous laquelle se prolongent, plus ou moins loin, les nappes profondes (*Schistes lustrés* et gneiss permo-carbonifères). En Styrie, les *vieux gneiss* plongent sous une série d'écailles (Trias, Houiller, Permien, autres terrains paléozoïques), équivalentes à celles d'Innsbruck, de Kitzbühl et de Radstadt. Les racines de ces écailles d'Eisenerz et du Semmering doivent être cherchées en Carinthie.

» Enfin, la nappe triasique de l'Ortler, qui semble reposer partout sur les gneiss permo-carbonifères, est probablement l'équivalente de la *Schieferhülle*.

» Or, on sait que la nappe du Rhätikon est la nappe supérieure des Alpes suisses, dans la théorie de M. Lugeon. Le raccordement des Alpes suisses et des Alpes orientales se fait donc désormais sans aucune difficulté ; et c'est là une confirmation éclatante des déductions et des prévisions de l'éminent professeur de Lausanne. Mais les racines de la nappe du Rhätikon doivent être cherchées plus au sud-est que ne le pensait M. Lugeon, à 120^{km} environ du Rhätikon, vers la *Tonale Linie* de M. Salomon.

» C'est la *Tonale Linie*, et non pas, comme on le dit souvent, la *ligne giudicarienne*, qui, au sud-ouest de Meran, sépare les Alpes du sud des Alpes du nord. Cette ligne du Tonale est l'axe d'un *éventail alpin*, bien autrement important que notre éventail briançonnais. Son prolongement vers l'est passe le long du Gailtal; son prolongement vers l'ouest coupe le lac Majeur et vient, près d'Ivrée, se cacher sous les plaines. De cette zone axiale sont parties, vers le nord ou l'ouest, toutes les *nappes supérieures*, celles d'Autriche, de Bavière, de Suisse ou de France.

» Les Alpes orientales ne diffèrent des Alpes occidentales que parce qu'elles sont plus complètes. Elles ont conservé, non seulement une grande partie de leurs nappes, mais aussi leur zone de *racines internes*, et même une certaine étendue de la région située au sud de l'*éventail*. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur un cas remarquable de cristallisation spontanée du gypse.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Voir des boules de plâtre, abandonnées à la dessiccation après une courte immersion dans l'eau salée, se transformer intégralement en agrégats de cristaux de gypse dont chacun atteint $0^{cm},5$ de longueur, c'est certainement un spectacle imprévu. C'est celui auquel je viens d'assister inopinément dans mon laboratoire du Muséum et, je crois, dans des circonstances dignes de mention.

» Bien que ces boules aient été produites dans des conditions en apparence identiques, et même quand elles provenaient d'une même expérience, elles étaient loin de présenter un degré identique de cristallinité. Comme le montrent les échantillons conservés, il y en a plusieurs qui ne sont cristallins qu'à la loupe et où l'on voit encore les bulles qui existaient dans le plâtre, gâché rapidement. Dans d'autres, les cristaux sont très visibles à l'œil nu; ils peuvent avoir jusqu'à 5^{mm} ou 6^{mm} et dépasser, par conséquent, la plupart des grains constitutifs du gypse saccharoïde.

» Plusieurs échantillons montrent un arrangement rayonné tout à fait remarquable et qu'on ne voit pas dans les pierres à plâtre naturelles. Ils sont alors composés de sphérules juxtaposées, à la surface hérissée de pointements, et pouvant avoir 8^{mm} ou 9^{mm} de diamètre.

» L'état cristallin varie avec la distance à la surface dans une même boule. Il n'est guère perceptible tant que la boule est entière, sa surface extérieure ayant conservé à peu près l'aspect de la boule de plâtre. On y observe seulement des croûtes de sel marin ressorti lentement de la masse.

» Après fracture suivant un grand cercle, la boule se montre bien plus cristalline dans sa profondeur que vers sa région périphérique où il y a fréquemment comme une écorce mal délimitée, de 3^{mm} ou 4^{mm} et de compacité presque complète. A partir de cette écorce, la masse prend jusqu'au centre les caractères d'un enchevêtrement de cristaux plus ou moins cohérents entre eux et qui, parfois, s'égrènent au moindre choc.

» Plus d'une fois, il s'est ouvert spontanément, dans les boules, des fissures diversement orientées et dont les parois sont plus ou moins géodiques, et c'est d'ailleurs un fait très facile à expliquer, car il est évident que la cristallisation s'est accompagnée d'une diminution notable du vo-

lume, contraction d'autant plus remarquable que la prise du plâtre se fait, comme on sait, avec gonflement de la matière. C'est ainsi qu'on voit, entre les cristaux, des interstices très fréquents et que les sphéroïdes radiés sont loin d'être pleins.

» Enfin, il n'est pas rare de retrouver, dans la région tout à fait centrale des boules, des points qui sont restés blancs et terreux, de façon à rappeler le plâtre ordinaire; mais cette particularité ne se présente jamais que sur une dimension extrêmement réduite, et elle paraît due à l'existence, dans le plâtre, d'une petite quantité de carbonate de chaux.

» D'après mes essais, les boules cristallisées renferment environ 7,21 pour 100 de carbonate de chaux, en partie sous la forme cristalline ou de calcite, en partie à l'état de poussière interposée dans les joints et les interstices des grains de gypse. On peut purifier ceux-ci d'abord par un lavage à l'eau bouillante qui dissout le chlorure de sodium, puis en les mettant en suspension dans l'eau où circule un rapide courant d'acide carbonique qui dissout le calcaire. Mais alors les cristaux sont un peu émoussés, arrondis sur les angles et ne peuvent plus servir aux observations cristallographiques.

» En cherchant la cause de ces singuliers résultats, on arrive tout naturellement à attribuer au sel marin une sorte de *faculté cristallogénique*, analogue, dans le domaine de la voie humide, à celle qui se manifeste si évidemment dans les réactions où intervient la chaleur. S'il en était ainsi, un pas serait fait dans l'explication des causes qui ont amené, dans les couches du sol, le gypse à la forme cristallisée. En particulier, du jour serait projeté sur l'acquisition de son état saccharoïde, si fréquent dans la région parisienne, où la pierre à plâtre constitue, à plusieurs niveaux, des assises parfaitement stratifiées et renfermant des fossiles, les uns lacustres ou terrestres et les autres marins, au sein d'ensembles sédimentaires où il est légitime de croire que le sel gemme est toujours intervenu.

» Il suffit d'une étude approfondie pour acquérir la conviction que le gypse ne s'est pas originairement déposé avec la structure entièrement cristalline qu'il présente aujourd'hui, et pour y voir un exemple particulièrement net des mouvements intimes qui sont réalisés sans répit dans la substance des roches de toutes les catégories.

» Seulement, il paraît assez compliqué de reconstituer les conditions grâce auxquelles l'état saccharoïde a été acquis par un dépôt qui, tout d'abord, devait être pulvérulent et assez homogène. En d'autres termes,

l'état saccharoïde paraît être le résultat du travail moléculaire d'un précipité, tout d'abord amorphe, ou dans tous les cas très fin, de sulfate de chaux. Pourtant on sait que, dans les laboratoires, les précipités de sulfate de chaux, quoique pouvant devenir spontanément cristallins, ne prennent cependant pas la structure que nous avons en vue et se présentent plutôt sous la forme aciculaire. C'est ce qui a lieu par le refroidissement des dissolutions chlorhydriques et c'est ce qui a lieu par l'abandon, à la dessiccation, de fragments calcaires imprégnés d'une solution aqueuse de gypse. Aussi me suis-je demandé si l'effet observé ne tiendrait pas à l'intervention d'une substance minéralisatrice. A ce point de vue, l'attention doit d'autant plus s'arrêter sur le chlorure de sodium, que le sel gemme, bien que soustrait depuis longtemps par les eaux à la masse des terrains de Paris, a cependant laissé dans leur épaisseur des vestiges irrécusables de sa présence antérieure. C'est ainsi qu'à des niveaux très variés les marnes gypseuses ont conservé le moulage de trémies où l'on voit, sans doute possible, la trace de cristallisations de sel marin, maintenant dissoutes.

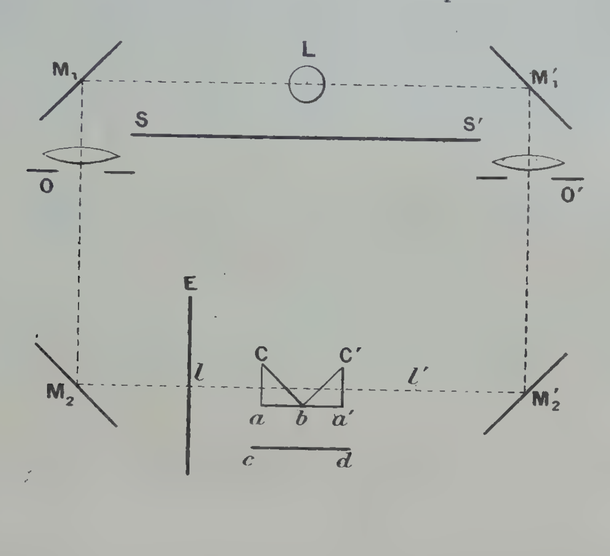
» On sait d'ailleurs avec quelle facilité le gypse cristallise de nos jours, dans les argiles qui constituent le fond des marais salants.

» Évidemment, la question ne sera résolue que par la répétition des expériences dont je viens de donner un très rapide résumé; mais comme les essais, que j'ai d'ailleurs mis en train, ne paraissent pouvoir donner de résultats qu'à la faveur d'un délai fort long, j'ai cru pouvoir signaler tout de suite les faits dès maintenant observés. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sensation lumineuse en fonction du temps pour les lumières colorées. Technique et résultats.* Note de MM. **André Broca** et **D. Sulzer**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une Note précédente, nous avons étudié la sensation lumineuse en fonction du temps pour la lumière blanche. Nous avons repris la même question pour les lumières colorées. Ce problème était notablement plus difficile à résoudre que le premier à cause de la difficulté d'obtenir des lumières colorées d'un éclat suffisant. Nous ne pouvions donc employer l'appareil à diffuseur par réflexion déjà décrit; la perte de lumière étant trop grande, nous n'aurions pu atteindre des éclats comparables à ceux que nous avons eus en lumière blanche. Après de nombreux essais infructueux, nous nous sommes arrêtés au dispositif suivant :

» En L est un étalon lumineux constitué par un bec à acétylène. De part et d'autre, respectivement, se trouvent deux systèmes optiques identiques, composés chacun de deux miroirs M_1, M_2, d'un objectif O et d'un prisme à réflexion totale, *ab*C. Dans le système de gauche, l'objectif O donne une image réelle *l* de la source L, et cette image sert à éclairer la face *ab* du prisme voisin, qui est doucie. Les mêmes phénomènes se passant de l'autre côté, les deux plages voisines *ba*, *ba'* peuvent être comparées par l'œil observateur. La distance des images réelles *l* aux plans de verre douci et le degré



de dépoli de ceux-ci sont choisis de telle sorte que l'éclat des plages voisines puisse être réglé par l'intermédiaire des œils de chat O et O', tout en conservant une grandeur suffisante malgré la présence d'une solution ou d'un verre coloré en *cd*. L'exactitude de ce réglage a été contrôlée par des mesures directes. La position de l'œil est fixée par un tube T, pour éviter les erreurs dues à la diffusion irrégulière du verre douci.

» Un écran SS' protège l'œil contre la lumière directe. Dans le plan de l'image réelle *l* est un disque en laiton à fente variable, qui permet d'admettre la lumière pendant un temps mesurable à chaque instant. L'expérience se fait alors de la façon suivante :

» On place en avant des plages *ab*, *ba'* le milieu absorbant coloré que l'on va mettre en expérience et l'on donne au diaphragme O une dimension déterminée ; la plage *ba* prend un éclat également déterminé. On mesure cet éclat par comparaison avec celui que prend une plage blanche mise en avant du milieu coloré, portant ombre sur la face *ba*, cachant *ba'* et éclairée au moyen d'un étalon lumineux.

» Ces comparaisons entre lumière blanche et lumière colorée ne comportent pas une précision supérieure à 10 pour 100, mais cela suffit largement pour notre but actuel, qui est la comparaison des lumières de couleurs différentes et de même éclat,

au point de vue de la fonction d'établissement de la sensation. Une variation de 10 pour 100 dans l'éclat lumineux n'amène pas de modification sensible dans les propriétés de nos courbes qui sont dans ce cas pratiquement identiques à l'échelle près.

» Cette première mesure exécutée, on enlève le papier blanc, et l'on règle l'œil de chat o' de manière à ce que les deux plages ba, ba' aient même éclat; elles ont d'ailleurs même couleur. On met alors le disque en mouvement après avoir réglé sa fente. La plage ba est éclairée par une lumière intermittente de durée connue et la plage ba' par une lumière fixe. Avec l'œil de chat O' on rétablit l'égalité d'éclat apparent des deux plages. La seule difficulté réside dans la fixation de l'œil, qui doit être assez exacte pour que la plage ba vienne former son image sur une zone rétinienne adaptée à l'obscurité, tandis que la zone correspondant à ba' est vraiment en régime permanent.

» Les résultats de ces comparaisons ont permis de tracer des courbes donnant l'éclat acquis par une lumière donnée au bout d'un temps donné, courbes que nous ne donnons pas aujourd'hui faute de place, mais qui sont analogues, comme forme générale, à celles que donne la lumière blanche (ces dernières courbes se trouvent dans notre Note de février 1902). Il y a cependant des différences importantes entre les couleurs.

» Quand on compare les courbes correspondant à un même éclat pour les diverses couleurs, on voit que les radiations moyennes du spectre se distinguent nettement des extrêmes. Les courbes de notre Note déjà citée montrent qu'en lumière blanche la sensation passe par un maximum notablement plus élevé que la valeur qu'elle prend en régime permanent. Il en est de même en lumière colorée. Mais alors que, à égalité d'éclat, en régime permanent, le bleu donne un maximum notablement plus élevé que le blanc, le vert ne donne qu'un maximum peu élevé, le rouge a des propriétés intermédiaires. Nous reviendrons ultérieurement sur les résultats de cette étude. Disons seulement que ces faits sont conformes aux idées évolutives, la rétine s'étant adaptée le mieux possible pour les radiations les plus intenses du spectre solaire. »

HYDROLOGIE. — *Sur la prévision des débits des sources de la Vanne.* Note de M. **Edmond Maillet.**

« Considérons les deux sources de Cérilly et Armentières (Vanne) (¹). Nous possédons, d'après les ingénieurs de la Ville de Paris, le débit moyen

---

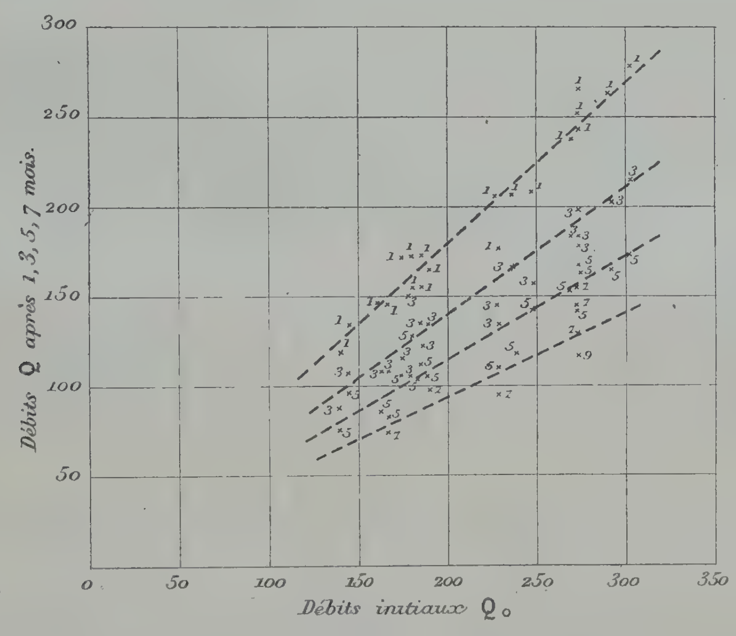
(¹) On trouvera des renseignements au sujet de ces sources dans notre Communica-

mensuel en litres par seconde de ces sources, et nous pouvons essayer de prendre ces débits pour les débits Q et Q_0 des formules (1) à (6) de notre Communication du 27 octobre.

» D'après la loi de Dausse applicable à ces sources et d'après leur régime, nous savons que le régime propre ou non influencé ne pourra guère être réalisé que dans la saison chaude (1er mai-1er novembre), et que lorsque le débit décroîtra. Nous prendrons chaque année dans le Tableau des débits soit le débit en mai, soit le plus fort débit de la saison chaude, généralement réalisé en mai, juin, juillet. Ce débit sera Q_0, et l'époque correspondante sera le temps t_0 dans la formule (1)

$$(1) \qquad t - t_0 = \varphi(Q_0) - \varphi(Q).$$

» Nous porterons en abscisses les valeurs Q_0, en ordonnées les valeurs Q au bout de 1, 2, 3... mois, et nous chercherons à réunir à peu près les points correspondant à une même valeur de $t - t_0$ par une courbe régulière. On est conduit alors au graphique suivant pour Cérilly.



Graphique de décroissance des débits de Cérilly (Vanne).

» On voit de suite que, pour Cérilly, les courbes (1) sont, à peu près, des droites passant par l'origine. Donc $Q = Ae^{-\alpha t}$ ($\alpha = 0,1066$ provisoirement, Q en litres par secondes, t en mois).

---

tion du 12 mai 1902 (*Comptes rendus*, 1902, premier semestre, p. 1103). Les résultats qui suivent sont extraits de notre Mémoire manuscrit cité dans notre Communication du 27 octobre dernier.

» Pour Armentières, la forme des courbes est assez voisine de celle des courbes

$$\frac{1}{\sqrt{Q}} - \frac{1}{\sqrt{Q_0}} = \text{const.}$$

[analogues aux courbes (4)].

» Si l'on applique les mêmes procédés à la Dhuis ([1]), dont les débits sont moins variables, le graphique est moins net; mais il semble qu'on puisse encore, avec une approximation suffisante, le considérer comme formé de droites passant par l'origine.

» Par conséquent : dès le commencement de juin, une prévision numérique sur la marche du débit des sources de Cérilly et Armentières (Vanne) est possible. Si le débit de juin est sensiblement plus fort que ne l'indique le graphique, on corrigera la prévision en prenant ce débit pour débit initial, etc.

» La date des pluies préparatoires des crues et les premières montées sur les cours d'eau (octobre à décembre en général) marquent à peu près le moment où le débit des deux sources doit croître et où les prévisions cessent de s'appliquer.

» Les graphiques précédents ne s'appuient guère que sur des considérations mécaniques; celui que nous avons fait connaître antérieurement (12 mai 1902) s'appuyait, au contraire, surtout sur des considérations météorologiques.

» Nous avons ainsi résolu expérimentalement, mais, il faut bien le dire, grâce à des considérations théoriques qui nous ont conduit à nos graphiques, le problème suivant : Trouver pour les deux sources précitées les variables dont dépend le débit dans la période où les pluies ne profitent plus guère à la nappe, et construire expérimentalement la relation qui lie les variables et le débit.

» La théorie mathématique des mouvements des nappes dans la période analogue, ébauchée par nous dans le Mémoire manuscrit précité, grâce à des considérations critiquables en partie, a été attaquée magistralement par M. Boussinesq ([2]), qui a donné des solutions dans des cas étendus ([3]). »

M. G. **Maréchal** adresse une Note sur la chaleur spécifique de la vapeur d'eau (Extrait) :

L'auteur propose d'adopter provisoirement, pour valeur de la chaleur spécifique C de la vapeur surchauffée, aux pressions où celle-ci est utilisée couramment dans les machines à vapeur, l'expression

$$C = 0,48 + 0,0005\,t;$$

([1]) D'après le Tableau des débits que nous devons à l'obligeance de M. Bechmann.

([2]) Communications précitées de juin-juillet 1903.

([3]) Le développement de la présente Communication et de celle du 27 octobre sera donné dans un Mémoire ultérieur.

t étant la température de surchauffe, c'est-à-dire T′ — T; en désignant par T′ la température de la vapeur surchauffée et par T la température de la vapeur saturée correspondant à la pression.

M. S. Leduc, à l'occasion de la Communication de M. *Tommasina* : « Sur la scintillation du sulfure de zinc phosphorescent, en présence du radium, revivifiée par les décharges électriques », signale à l'Académie un travail qu'il a publié, en mars 1901, dans les *Annales d'Électrobiologie,* dans lequel est décrite et étudée la phosphorescence scintillante des écrans de platinocyanure de baryum sous l'influence de l'électricité. M. Leduc ajoute que ces expériences lui paraissent pouvoir servir à l'interprétation des phénomènes présentés par le spinthariscope.

M. Henri Feuille adresse une Note ayant pour titre : « Appareil pour utiliser la force dynamique de la mer ».

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 novembre 1903.

(Suite.)

Nivellement général de la France. Répertoire définissant les emplacements et altitudes des repères, réseau de deuxième ordre, lignes comprises dans les polygones J, J′, Y, *et dans les zones* E, B, M, S. Paris, Ministère des Travaux publics, 1899-1901; 7 fasc. in-8°. (Adressés par M. Ch. Lallemand.)

Œuvres scientifiques de Gustave Robin, réunies et publiées, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, par Louis Raffy. *Physique mathématique. Théorie nouvelle des fonctions, exclusivement fondée sur l'idée de nombre.* Paris, Gauthier-Villars, 1899, 1903; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Appell.)

Géométrie descriptive et Géométrie cotée, conforme aux programmes du 31 mai 1902 pour l'Enseignement secondaire, par Ernest Lebon, lauréat de l'Institut. Paris, Delalain frères, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur quelques microorganismes intéressants, par M. B. Renault. (Extr. des *Procès-verbaux de la Société d'Histoire naturelle d'Autun, année* 1903.) Autun, imp. Dejussieu; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Des deux vapeurs d'eau au point de vue climatologique et hygiénique, par le Dr Onimus. Grenoble, imp. Allier frères, 1903; 1 fasc. in-8°.

Traité de Sylviculture. ⁎⁎. *Exploitation et aménagement des bois: futaies, taillis, trufficulture, abatage et procédés de vidange,* par P. Mouillefert, avec 10 pl. et 97 fig. dans le texte. Paris, Félix Alcan, 1904; 1 vol. in-12.

Le Opere di Galileo Galilei, edizione nazionale sotto gli auspicii di Sua Maesta il Re d'Italia; vol. XIII. Florence, typ. Barbèra, 1903; 1 vol. in-4°.

Beiträge zur Lebensgeschichte von Ehrenfried Walther von Tschirnhaus, von Prof. Dr Curt Reinhardt. (Wissenschaftliche Beilage zum Jahresbericht der Fürsten-Landesschule St. Afra in Meissen, 1903.) 1 fas. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Motion. The fundamental principles of mechanics, or the mechanics of the universe, by Herman-T.-C. Kraus. New-York, 1903; 1 fasc. in-8°.

Solution mathématiquement exacte du problème historique de la division d'un angle pris à volonté en un nombre pris à volonté de parts égales, par J. Laouchewitch. Station Petropävlovsk du chemin de fer de Sibérie, 1903; 1 fasc. in-8°.

The mean right ascensions and proper motions of 254 *stars,* by H.-B. Evans. (A Thesis presented to the Faculty of Philosophy of the University of Pennsylvania.) 1 fasc. in-4°.

Atlas des Erdmagnetismus für die Epochen 1600, 1700, 1780, 1842 *und* 1915, von Dr H. Fritsche. Riga, 1903; 1 fasc. in-f°.

Observatorio Belloch. Hojas meteorologicas, ano 1902, julio-diciembre, Barcelone; 1 fasc. in-f° oblong.

Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt am Mein, 1903. Francfort-sur-le-Mein, Knauer frères; 1 vol. in-8°.

Leopoldina. Amtliches Organ der kaiserlichen Leopoldino-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher; Jahrg. 1901, 1902, Hefte XXXVII u. XXXVIII. Halle, 1901-1902; 2 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 novembre 1903.

Ports maritimes de la France. Notice sur le port de La Pallice, par M. Viennot, mise à jour par M. Eugène Mayer. Paris, Imprimerie nationale, 1902; 1 fasc. in-4°. (Envoi de M. le Ministre des Travaux publics.)

Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers: Section des Métaux, par Pierre Breuil; avec 2 pl. h. t. Paris, publications du journal *Le Génie civil,* 1903; 1 fasc. in-8°.

La houille dans les Ardennes, historique des recherches, théorie géologique, avec 2 cartes de la zone houilleuse ardennaise et une coupe hypothétique des terrains

d'Etion, par L. Duquénois. Charleville, C. Didier, 1903; 1 vol. in-16. (Hommage de l'auteur.)

Portugalia, materiaes para o estudo do povo portuguez. Director : Ricardo Severo. T. I. fasc. 4, 1899-1903. Porto; 1 vol. in-4°.

Discurso leido en la Universidad central en la solemne inauguracion del Curso academico de 1903-1904, por el Dr D. Amalio Gimeno y Cabanas. Madrid, 1903; 1 fasc. in-4°.

Elenco delle Accademie, Società, Instituti scientifici, Direzioni di Periodici, ecc. che ricevono le pubblicazioni della R. Accademia dei Lincei; coll'indicazione delle pubblicazioni periodich e che mando in cambio, 31 *gennaio* 1903. Rome, 1903; 1 vol. in-18.

Reports to the Malaria Committee, eighth series, 10 october 1903. Londres; 1 fasc. in-8°.

Statistiek van den Handel, de scheepvaart en de in- en uitvoerrechten in Nederlandsch-Indië, over het jaar 1902. Batavia, 1903; 1 vol. in-4°.

Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjobenhavn for aaret 1903. Copenhague, 1903; 1 vol. in-8°.

Die erdmagnetischen Elemente von Würtemberg und Hohenzollern. Gemessen und berechnet für Januar 1901 im Auftrage und unter Mitwirkung der K. Württembergischen meteorologischen Centralstation, von Karl Haussmann. Stuttgard, 1903; 1 vol. in-4°.

Extracts from narrative Reports of the Survey of India for the season 1900-1901, prepared under the direction of colonel St.-G.-C. Gore. Calcutta, 1903; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 novembre 1903.

Hommage à M. le Professeur Chauveau, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum, Inspecteur général des Écoles vétérinaires, Professeur honoraire de l'Université de Lyon. s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. le Président.)

Recueil de travaux dédiés à la mémoire d'Alexis Millardet (1838-1902), par les Professeurs de la Faculté des Sciences de Bordeaux. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1903; 1 vol. in-4°. (Envoyé en hommage par M. le Doyen de la Faculté des Sciences de Bordeaux.)

Prophylaxie du paludisme, par A. Laveran, Membre de l'Institut. Paris, Masson et Cie, Gauthier-Villars; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

L'Asie inconnue. Dans les sables de l'Asie, par le Dr Sven Hedin, traduit du suédois par Charles Rabot; Ouvrage accompagné de 3 cartes et de reproductions de photographies de l'auteur. Paris, Félix Juven, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. de Lapparent. Hommage de l'auteur.)

The scenery of England and the causes to which it is due, by the right hon. Lord Avebury. Londres, Macmillan et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent. Hommage de l'auteur.)

Cause des énergies attractives: Magnétisme, Électricité, Gravitation, par A. Despaux. Paris, Félix Alcan, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Cours de l'École des Ponts et Chaussées. *Poussée des terres, stabilité des murs de soutènement,* par Jean Resal. Paris, Ch. Béranger, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Maurice Levy.)

Les travaux mathématiques au Congrès des Sciences historiques, à Rome, en 1903; par M. Ernest Lebon. (Extrait de l'*Enseignement mathématique,* 5e année, n° 5.) (Présenté par M. Appell.)

L'Infralias et le Sinémurien du Portugal. Découverte du Terebratula Renierii *en Portugal;* par Paul Choffat. Lisbonne, Imprimerie de l'Académie royale des Sciences, 1903; 1 fasc. in-8°.

La grandine. Cagione probabile della grandine; mezzi di prevenirla; razzi a elica per lancio di bombe; aste paragrandine, Giuseppe Cona. Florence, 1903; 1 fasc. in-4°.

M. le Prof. Francesco Faccin fait hommage de deux brochures intitulées :

L'eliocronometro Faccin. Pavie, 1903; 1 fasc. in-8°.

Il periodo di Algol. Schio, 1903; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 23 novembre 1903.)

Note de M. *Blondlot,* Sur le renforcement qu'éprouve l'action exercée sur l'œil par un faisceau de lumière, lorsque ce faisceau est accompagné de rayons n :

Page 831, ligne 3 en remontant, *au lieu de* diamètres, *lisez* décimètres.